

MARCOS FERNANDO GLUCK RACHWAL

INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE EROSAO NA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DA BATATA EM DOIS SOLOS NO MUNICIPIO DE CONTENDA-PR.

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO DE POS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "CIÊNCIA DO SOLO" DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

CURITIBA

1992



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

UFPR - P-005

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
"CIÊNCIA DO SOLO"

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato MARCOS FERNANDO GLUCK RACHWAL, com o título: "INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE EROÇÃO NA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DA BATATA EM DOIS SOLOS DO MUNICÍPIO DE CONTENDA-PR", para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de Parecer pela APROVAÇÃO da Dissertação, com o conceito "A", completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo".

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 03 de novembro de 1992.

Engº Agrº Dr. Renato Antonio Dedecek, Presidente.

Prof. Ph.D. Glaucio Roloff, I Examinador.

Prof. Dr. Marcos Luiz de Paula Souza, II Examinador.



AGRADECIMENTOS

- Ao grande amigo e orientador Renato A. Dedecek.
- A EMBRAPA e UFPR pela oportunidade de desenvolver a pesquisa em questão.
- A CAPES pela liberação da bolsa de estudos.
- Ao IAPAR pela classificação e análise dos tubérculos.
- Ao Sr. Alberto Voishik e Sr. Antônio Gregoski pela permissão para condução do experimento em suas lavouras.
- Aos professores Antônio C.V. Motta, Beatriz M.S. Prevedello, Celso L. Prevedello, Gláucio Roloff e Marcos L. de P. Souza, José L.C. Zambon e Henrique S. Koehler, pelos conhecimentos transmitidos (UFPR).
- Marcos A. Hoepfner, Carlos A. Scotti e Maria C.J. Leme pela experiência repassada (IAPAR).
- Osmir J. Lavoranti e Edilson B. de Oliveira pela orientação em estatística; Luiz C.C. Netto e Adilson Tomaschitz pela determinação dos micronutrientes do solo e macro e micronutrientes das folhas e Carmem C. Stival pelo auxílio bibliográfico (CNPQ).
- Ao grande amigo Gustavo R. Curcio pelas inúmeras sugestões e colaboração na escolha da área experimental.
- Aos laboratoristas da UFPR: Aldair M. Munhoz pela orientação no preparo das amostras para análise foliar; Sérgio de S. Anjos, Reginaldo Bodziak e Flori R. M. Barberi pelas determinações das propriedades químicas dos solos e Elda N. L. Lubasinsk e Rui B. da Silva pelas análises físicas dos solos.

- Ao colega Jose L. de Paula pela caracterização físico-hídrica dos solos.
- Aos primos Alexandre D. Rachwal e Leandro A.G. Spencoski pela colaboração na coleta de amostras de solos.
- Ao Luis Voishick pela assídua leitura das precipitações pluviométricas e pelo auxílio na colheita.
- A Geraldo M. da Silva pela cooperação na colheita.
- Ao grande amigo Paulo C.S. Filho pela confecção dos gráficos.
- A grande amiga Tereza C.S. Chaves pela editoração gráfica.
- A amiga Lutécia B. Canalli pelo auxílio no cálculo das tensões de água no solo.
- A Liliana L. Pizzolato e Doroti M.L. Andrade pela revisão da estrutura do texto e citações bibliográficas.

Aos sobrinhos
Anna e Gabriel
dedico

SUMARIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	X
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1 RELAÇÃO PRODUTIVIDADE E EROSAO	2
2.2 RELAÇÃO PRODUTIVIDADE E PROPRIEDADES QUIMICAS DOS SOLOS E PLANTAS	9
2.3 RELAÇÃO PRODUTIVIDADE E PROPRIEDADES FISICAS DOS SOLOS	13
2.4 RELAÇÃO PRODUTIVIDADE E CARACTERISTICAS EXTRINSECAS DOS SOLOS	22
2.5 QUALIDADE DA PRODUÇÃO	24
3 MATERIAIS E METODOS	30
3.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	30
3.2 DESCRIÇÕES MORFOLOGICAS DOS SOLOS	30
3.3 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUIMICAS DOS SOLOS ..	32
3.4 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERISTICAS FISICAS DOS SOLOS.	33
3.5 ACOMPANHAMENTO DO VOLUME E TENSÃO DE AGUA NO SOLO E POROSIDADE DE AERAÇÃO DURANTE O CICLO DA CULTURA.	36
3.6 QUANTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO	36
3.7 MATERIA SECA, PROTEINA BRUTA E SUCROSE NOS TUBER- CULOS	38
3.8 ANALISE FOLIAR	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 PRODUÇÃO DE TUBERCULOS	39
4.1.1 Produção Total	39
4.1.2 Produção Líquida, Total ou Comercial	41

4.1.3	Produção de Tubérculos Rachados e Embonecados ...	43
4.1.4	Análise Bioquímica dos Tubérculos	46
4.2	CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS SOLOS	48
4.2.1	Características Extrínsecas	48
4.2.2	Características Morfológicas	51
4.2.3	Propriedades Químicas	55
4.2.4	Características Físicas	64
4.3	ACOMPANHAMENTO DA UMIDADE E AERAÇÃO DO SOLO NO CAMPO	87
4.3.1	Pluviometria	87
4.3.2	Umidade Volumétrica	90
4.3.3	Tensão de Água nos Solos	91
4.3.4	Porosidade de Aeração	93
4.4	ANÁLISE FOLIAR	99
4.5	CORRELAÇÕES ENTRE PRODUÇÃO E PROPRIEDADES DO SOLO .	102
4.5.1	Produção Comercial	102
4.5.2	Tubérculos Rachados	109
4.5.3	Tubérculos Embonecados	115
5	CONCLUSÕES	116
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
	ANEXOS	129
	ANEXO I - Descrição dos Perfis de Solos	130
	ANEXO II - Informações Sobre o Cultivo da Batata na Safrá 90/91 no CSE e CME	146
	ANEXO III - Análise Estatística da Produção Líquida e Burta por Tipo de Solo	152
	ANEXO IV - Porosidade Total, Macroporosidade, Micro- porosidade e Densidade de Solo de 0 a 45cm	153

ANEXO V - Porosidade de Aeração para cada Tensão de Água no Solo em Função da Profundidade (Determinada em Laboratório)	154
ANEXO VI - Resistência a Penetração por Classe de So- lo em Função da Profundidade em KPa	156
ANEXO VII - Quantidade de Água retida no Solo em Por- centagem de Volume em Seis Tensões em Função da Profundidade	157
ANEXO VIII - Quantidade de Água Facilmente Disponível e Disponível quando a Porosidade de Ae- ração é $\geq 10\%$ em Função da Profundidade e Tipo de Solo	159
ANEXO IX - Datas e Volumes das Chuvas e Datas de Co- leta de Amostras para Determinação da U- midade Gravimétrica dos Solos	160

LISTA DE FIGURAS

1 - RENDIMENTO DE BATATA POR CLASSES DE TUBERCULO E DE SOLO (T/HA)	40
2 - SITUAÇÃO DOS SOLOS NA PAISAGEM E DECLIVIDADE	50
3 - POROSIDADE TOTAL POR CLASSE DE SOLO E PROFUNDIDADE.	67
4 - MACROPOROSIDADE POR CLASSES DE SOLO E PROFUNDIDADE..	69
5 - MICROPOROSIDADE POR CLASSES DE SOLO E PROFUNDIDADE..	71
6 - DENSIDADE DOS SOLOS EM PROFUNDIDADE	73
7 - RELAÇÃO ENTRE POROSIDADE DE AERAÇÃO E TENSÃO DE AGUA POR CLASSES DE SOLO NA PROFUNDIDADE DE 5-15 CM.	75
8 - RESISTENCIA A PENETRAÇÃO POR CLASSE DE SOLO E PROFUNDIDADE	76
9 - CURVA DE RETENÇÃO DE AGUA NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA PROFUNDIDADE DE 0-5 CM	80
10 - CURVA DE RETENÇÃO DE AGUA NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA PROFUNDIDADE DE 5-15 CM	81
11 - CURVA DE RETENÇÃO DE AGUA NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA PROFUNDIDADE DE 15-25 CM	82
12 - CURVA DE RETENÇÃO DE AGUA NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA PROFUNDIDADE DE 25-35 CM	83
13 - CURVA DE RETENÇÃO DE AGUA NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA PROFUNDIDADE DE 35-45 CM	84
14 - AGUA DISPONIVEL NO INTERVALO DE TENSÃO DE 10-100 KPa POR CLASSES DE SOLO E PROFUNDIDADE	85
15 - AGUA DISPONIVEL ENTRE A TENSÃO CUJA POROSIDADE DE AERAÇÃO E $\geq 10\%$ E A TENSÃO DE 1500 KPa POR CLASSES DE SOLO	88

16 - VARIAÇÃO DA POROSIDADE DE AERAÇÃO EM CADA CLASSE DE SOLO DURANTE O CICLO DA BATATA (PROFUNDIDADE 5 A 15 CM	94
17 - VARIAÇÃO DA POROSIDADE DE AERAÇÃO EM CADA CLASSE DE SOLO DURANTE O CICLO DA BATATA (PROFUNDIDADE DE 15 A 25 CM	95

LISTA DE TABELAS

1 - PRODUÇÃO DE TUBERCULOS RACHADOS EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL POR CLASSE DE SOLO	43
2 - PRODUÇÃO DE TUBERCULOS EMBONECADOS EM Kg/ha EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL POR CLASSE DE SOLO	44
3 - QUANTIDADE DE TUBERCULOS DEFEITUOSOS EM Kg/ha, POR CLASSE DE SOLO	45
4 - CONTEUDO DE MATERIA SECA PROTEINA BRUTA E SUCROSE NOS TUBERCULOS, POR CLASSE DE SOLO	46
5 - PRODUÇÃO COMERCIAL DE TUBERCULOS EM MATERIA SECA, POR CLASSE DE SOLO	47
6 - CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DOS HORIZONTES SUPERFICIAIS E SUBSUPERFICIAIS DOS CAMBISSOLOS E LATOSSOLOS	51
7 - PROPRIEDADES QUIMICAS DOS SOLOS NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20 E 20-30 CM	56
8 - TEORES DE MICRONUTRIENTES DISPONIVEIS POR TIPO DE SOLO EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE	63
9 - PROPRIEDADES FISICAS DOS SOLOS EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE	65
10 - RESULTADOS DE UMIDADE VOLUMETRICA, TENSÃO DE AGUA NO SOLO E POROSIDADE DE AERAÇÃO EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE COM FREQUENCIA QUINZENAL, POR TIPO DE SOLO	89
11 - TEORES DE MACRO E MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS	100

SUMMARY

INFLUENCE OF EROSION DEGREE AND SOIL TYPE ON POTATO YIELD AND QUALITY

Potato yield and quality were determined in severe and moderately eroded Cambisols and slightly eroded and no eroded Latosols in Contenda-PR. These were correlated with chemical and physical soil properties.

Latosols, less eroded, presented more favorable conditions of soil aeration and water availability to plants yields were greater and of better quality potatoes than Cambisols.

Cambisols, with less than 50% of their surface horizon remaining presented soil aeration defficiency during more than half the potato cycle.

The severely eroded Cambisol was the least productive, yielding 43% less commercial potatoes and 18% more cracked tubers than the uneroded Latosol. The slightly eroded Latosol was second in productivity. Having no soil aeration defficiency yielded no cracking tubers.

The moderately eroded Cambisol, with greater level of organic carbon and more available water than the severely eroded Cambisol, yielded more commercial tubers and less cracked tubers than the severely eroded one. Yield differences between the Cambisols were smaller than those between the Latosols.

RESUMO

Determinou-se o volume e qualidade da batata produzida em CAMBISSOLO severa e moderadamente erodido e LATOSSOLO não e levemente erodido no Município de Contenda-PR, confrontando-se as propriedades químicas, físicas e hídricas dos mesmos. Verificou-se que os LATOSSOLOS com menor grau de erosão, apresentaram condições de aeração e disponibilidade hídrica mais favoráveis para a cultura, atingindo maiores volumes de produção, além de melhor qualidade. Nos CAMBISSOLOS onde não só a aeração como também as quantidades de água disponível foram reduzidas, a produção e qualidade diminuíram. O CAMBISSOLO SEVERAMENTE ERODIDO foi o que rendeu menos, produzindo 43% menos tubérculos comerciais e 18% mais tubérculos rachados que o LATOSSOLO NAO ERODIDO, que foi o mais produtivo. O LATOSSOLO LEVEMENTE ERODIDO foi o segundo mais produtivo e por não apresentar deficiência de aeração, não produziu tubérculos rachados. O CAMBISSOLO MODERADAMENTE ERODIDO com maiores teores de carbono e maior quantidade de água disponível que o CAMBISSOLO SEVERAMENTE ERODIDO, produziu menos tubérculos rachados que este, embora a diferença de produção entre eles, tenha sido menor que a encontrada entre os LATOSSOLOS.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os vários fatores que propiciam a degradação do solo, a má distribuição da estrutura fundiária, o desrespeito à vocação natural do solo e a pouca difusão de tecnologias compatíveis às condições do agricultor, contribuem para que as perdas de solo resultem em decréscimo de produtividade, além de alterações prejudiciais ao meio ambiente.

A exploração da batata inglesa, cujo cultivo vem sendo praticado intensivamente pelos produtores do Município de Contenda, encaixa-se perfeitamente neste contexto. Este cultivo no entanto, tem sido conduzido em desacordo à aptidão dos solos, em detrimento das condições agronômicas desejáveis dos mesmos.

Deste modo, os severos níveis de erosão, verificados pela exposição do horizonte subsuperficial, redução dos teores de matéria orgânica, diminuição da aeração do solo, bem como de sua capacidade de armazenar água para as plantas, vem proporcionando menores colheitas. Torna-se necessário quantificar estas perdas, relacionando-as a características específicas do solo.

Neste enfoque, este trabalho tem como objetivo determinar a produção de batata em CAMBISSOLOS e LATOSSOLOS com diferentes níveis de erosão instalada, indicando as propriedades dos mesmos que mais afetam o volume e qualidade do produto colhido.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 RELAÇÃO PRODUTIVIDADE E EROSAO

Vários são os elementos responsáveis pela produtividade das culturas. Fatores intrínsecos dos solos como suas propriedades morfológicas, químicas, físicas e biológicas, além de suas características extrínsecas como posição na paisagem, declividade e forma da pendente, interação, resultando em maior ou menor volume de produção.

KINIRY et al. (1983) referem-se a cinco parâmetros para estimar o índice de produtividade dos solos:

- . capacidade de água disponível
- . densidade aparente
- . aeração
- . pH
- . condutividade elétrica.

Outros autores trabalhando com Alfissolos, citam a espessura do horizonte A, nível de P, teor de matéria orgânica e K, densidade aparente e capacidade de armazenamento de água disponível, como as variáveis que mais relacionam-se com a produção de milho (THOMAS e CASSEL, 1979). NIKOLAYEV (1975) refere-se ainda a textura, presença de microagregados estáveis em água e distribuição proporcional entre porosidade capilar e não capilar, para cada horizonte do solo, como as principais propriedades físicas indicativas da produtividade do mesmo. Em 1983, PIERCE et al., adotaram apenas as suficiências de densidade, de disponibilidade de água e de pH, para avaliar o potencial produtivo dos solos.

Muitos pesquisadores tem estudado o comportamento das culturas em solos erodidos, dispendendo esforços no sentido de conhecer como se dá a redução na produtividade nestes solos e quais suas características intrínsecas que melhor correlacionam-se com o rendimento das culturas. A erosão no entanto, nem sempre causa redução na produtividade diretamente.

As alterações na produtividade, em função da evolução da erosão, dependem da presença de características agronômicas favoráveis ou não para o enraizamento e estabelecimento das culturas, a medida que se aprofundam no perfil de solo. Deste modo, um solo franco-siltoso que apresentava características desejáveis em profundidade, alterou seu índice de produtividade de 0,98 para apenas 0,95 em 100 anos de erosão simulada. Um outro solo com características desfavoráveis em seus horizontes subsuperficiais, mostrou uma queda em seu índice de produtividade de 0,76 para 0,63 (PIERCE et al., 1983).

Além disto, não se deve esquecer que a tecnologia aplicada aos solos pode amenizar os efeitos da erosão sobre os rendimentos das culturas (LAL, 1976a; KETCHESON e WEBER, 1978; NATIONAL SOIL EROSION, 1981 e PERRENS e TRUSTUM, 1984). PERRENS e TRUSTUM (1984) ressaltam também que para a quantificação da interrelação entre degradação do solo e produtividade é desejável determinar como o crescimento de uma cultura é influenciado pelo pH, profundidade, densidade, textura e CTC do solo.

Para quantificar os efeitos da erosão passada na produtividade atual dos solos, deve-se comparar o regime de umidade do solo, o conteúdo de argila no horizonte Ap e Bt, a

profundidade de ocorrência da máxima concentração de argila no perfil e a espessura do horizonte Ap (DANIELS, et al., 1987).

Várias são as características do solo que se modificam com a erosão interferindo na produtividade (LAL, 1976b). WHITE et al. (1984) perceberam mudanças na cor, textura, espessura, infiltração de água e fertilidade. Encontraram taxas de infiltração consideravelmente menores em solos severamente erodidos quando comparadas com solos levemente erodidos. Os teores de P também decresceram com erosão severa enquanto as quantidades de K e Mg apresentaram incrementos. Detectaram ainda uma correlação entre a cor dos solos e suas fases de erosão, de modo que solos severamente erodidos apresentaram cores nos matizes 2,5 YR enquanto nos levemente erodidos o matiz era 7,5 YR mais comumente. Já STONE et al (1985) e DANIELS et al. (1985) associaram os matizes 10YR, 7,5YR e 5YR com solos leve, moderada e severamente erodidos, respectivamente.

Outras pesquisas indicam que 70% das variações nos rendimentos da soja são explicadas pela textura, pH, tensão de água no solo e teores de Ca, K, Mg, Al e carbono. Entretanto, as variáveis que mais tiveram influência na produtividade da soja foram os teores de argila e carbono, principalmente nos solos severamente erodidos, além do pH, aliados a precipitação e tensão de água no solo (BRUCE et al., 1988). Reforçando a influência destas variáveis, DEDECEK (1987), trabalhando no cerrado com LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO textura argilosa em um experimento de erosão simulada, demonstrou que os teores de Ca, Mg, Al e carbono mostraram as melhores correlações com a produção de soja.

No entanto, o uso de experimentos a nível de propriedade tem sido incrementado uma vez que a extrapolação dos resultados obtidos em estações de pesquisa, tem por vezes aplicação restrita (STOCKING, 1985). Segundo SAINI (1976) as informações obtidas em parcelas experimentais tem valor limitado para avaliação econômica da produção de uma cultura em uma área particular.

Nesta linha, ONSTAD et al. (1985) deram ênfase para a avaliação da disponibilidade hídrica, densidade e pH do solo. Pesquisando os efeitos da erosão sobre as propriedades de Alfissolos textura siltosa, FRYE et al. (1982), concluíram que o horizonte Ap dos solos moderadamente erodidos apresentava % de argila mais elevada, maiores valores de densidade aparente, menores teores de carbono e menor nível de fertilidade. Reduções nas quantidades de silte e areia muito fina e nos teores de carbono, P, N e S foram percebidas por VERITY e ANDERSON (1990) em função da erosão.

Ocorrem grandes prejuízos no rendimento das culturas, quando o processo erosivo faz com que o horizonte B textural fique mais próximo da superfície, (BRUCE et al., 1988), em função de apresentar condições químicas e físicas desfavoráveis. Pode ocorrer decréscimo na estabilidade dos agregados em água e um aumento na suscetibilidade ao encrostamento superficial num solo submetido a remoção de 15cm de seu horizonte superficial (SADLER, 1984).

Os efeitos da erosão se fazem sentir ainda no tempo de emergência das plântulas (PETTRY et al., 1984) altura (WHITE et al., 1984) e número das plantas (OLSON e CARMER, 1990) e na qualidade do produto colhido (MAY e SOUZA, 1990).

As propriedades químicas podem ser alteradas pela erosão de diversas maneiras. STONE et al. (1985) trabalhando com PODZOLICO textura arenosa/argilosa moderadamente erodido, detectaram aumento no teor de matéria orgânica e maior quantidade de P fixado em relação ao PODZOLICO levemente erodido, em função do aumento nos teores de argila provenientes do horizonte Bt. Em Alfíssolos siltosos moderadamente erodidos foram encontrados menores quantidades de P disponível (FRYE et al., 1982).

Por outro lado, SADLER (1984) encontrou diminuição no teor de carbono em PODZOLICO CINZENTO devido a mistura com o horizonte subsuperficial e reduções ainda mais significativas nas quantidades de N. NIZEYIMANA e OLSON (1988), perceberam menores teores de carbono e P nos solos severamente erodidos em comparação aos solos moderadamente erodidos, embora a diferença seja de apenas 1% de carbono por Kg de solo. Em Alfíssolos siltosos também foram detectadas pequenas diferenças de carbono (da ordem de 0,2 a 0,4%) entre as fases moderadamente erodida e não erodida (FRYE et al., 1982). Solos não cultivados de Saskatchewan, apresentaram em relação a solos cultivados por 75 anos um decréscimo de 4,83% para 0,99% de carbono (VERITY e ANDERSON - 1990). A inversão e mistura de horizontes pelo cultivo, afeta a disponibilidade de nutrientes induzindo a variações na fertilidade (BOONE, 1988).

Com relação as alterações nas propriedades físicas particularmente, inúmeros são os autores que enfatizam a redução na capacidade de suprimento de água para as plantas como a principal causa de diminuição na produtividade de solos erodidos (NATIONAL SOIL EROSION, 1981 e FRYE et al., 1982). A

erosão frequentemente degrada as condições hidrológicas do solo, diminuindo sua capacidade de armazenar água disponível para as plantas (LARSON et al., 1985). Vários autores também referem-se a menor capacidade de armazenamento de água em solos erodidos (STONE et al., 1985; FRYE et al., 1982; POWER et al., 1981; COOK et al., 1986; SADLER, 1984; ECK, 1969; LARSON et al., 1985; NIZEYIMANA e OLSON, 1988). Entretanto um PODZOLICO textura arenosa/argilosa moderadamente erodido apresentou maior disponibilidade de água que o mesmo solo levemente erodido (STONE et al., 1985).

A erosão pode estar ocorrendo em maior ou menor grau de acordo com a espécie cultivada, o manejo adotado e o tempo no qual o solo vem sendo explorado. A cultura da batata em particular, em função de mobilizar intensivamente grande volume de terra, induz a perdas de grandes quantidades de solo.

Estudando as áreas de plantio da ilha Príncipe Edward, SADLER (1984), concluiu que 48% dos solos cultivados com batata apresentavam evidências de perda de matéria orgânica, nitrogênio mineralizável e redução na capacidade de suprir a cultura de água durante os períodos secos. Na safra de 1986/87 e 1987/88, Cambissolos cultivados com batata no sistema morro abaixo, em municípios adjacentes a Curitiba, perderam cerca de 320 e 160 ton/ha de material, respectivamente, com reflexos bastante significativos sobre o desenvolvimento da cultura (BISCAIA, 1988).

Drásticas reduções na espessura do horizonte A tem sido observadas em alguns Cambissolos argilosos de Contenda-PR, em

função dos processos erosivos (RACHWAL e CURCIO, 1989), onde a batata é uma das culturas mais cultivadas.

A produtividade média da soja num solo franco-siltoso com 22cm de horizonte A, foi quase duas vezes maior que em outro onde todo o horizonte A fora removido (PETTRY et al., 1984).

MAY e SOUZA (1990), demonstraram uma redução de 6.200 Kg/ha (18%) quando um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO PODZOLIZADO da região de Contenda(PR) sofreu uma remoção de 10cm de seu horizonte superficial. Em contrapartida a raspagem de 20cm da superfície de um Latossolo Vermelho-Escuro de cerrado resultou numa redução de 67% na produção de soja (DEDECEK, 1987). STONE et al. (1985) encontraram maiores produções em Podzólico textura arenosa/argilosa moderadamente erodido em relação ao levemente erodido em função do primeiro ter mostrado maior capacidade de retenção de água disponível, relacionada a incrementos de argila e matéria orgânica. A diferença na produção de milho foi muito mais evidente entre solos levemente e severamente erodidos do que a percebida entre as demais fases de erosão (SCHERTZ et al., 1989). Erosão moderada em dois Alfissolos textura siltosa reduziu em 12 e 21% a produtividade do milho (FRYE et al., 1982). OLSON e CARMER (1990) registraram que um Molissolo com horizonte argílico levemente erodido, produziu 22 e 50% mais milho que o moderada e severamente erodido respectivamente.

2.2 RELAÇÃO PRODUTIVIDADE E PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS SOLOS E PLANTAS

O potencial do solo em fornecer os nutrientes necessários para as plantas aliado a eficiência das mesmas em absorvê-los, são um dos principais responsáveis pela produtividade das culturas.

NOGUEIRA et al. (1987) determinaram que a produtividade de batata em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTROFICO textura argilosa foi significativamente incrementada com aumentos na aplicação de N e K. Em contrapartida BEUKEMA e van der ZAAG (1990) dizem que o K não influencia o rendimento de tubérculos, enquanto o P adianta a tuberização.

As propriedades físicas do solo e a irrigação podem influenciar o comportamento químico do mesmo. A absorção de N e P pelo arroz foi reduzida pela compactação enquanto a de Fe e Mn aumentou (GUPTA e KATHAVATE, 1972). Estes mesmos pesquisadores, trabalhando com arroz, perceberam em solos que receberam maior volume de irrigação, maior absorção de Mn. RAMOS (1981) também afirma que a irrigação por inundação aumenta a concentração de Fe e Mn na solução do solo pois o processo de redução eleva a solubilidade dos mesmos.

Por outro lado, SAINI (1974) percebeu que a disponibilidade de P não se alterou quando a densidade de um solo franco-siltoso variou de 1,0 para 1,3 g/cc em teste de laboratório.

NELSON (1976) afirma que solos com problemas de aeração causados por compactação, apresentam uma redução na absorção de K, N, Mg e Ca de 70, 30, 20 e 10% respectivamente, em relação a quantidade absorvida em solo bem aerado.

A aplicação de 3 vezes mais N num solo compactado de textura areia-franca não conseguiu fazer equivaler a produção de pepinos obtida em solo não compactado (SMITTLE e WILLIAMSON, 1977). Por outro lado BAKERMANS e WIT (1970), perceberam que com dosagens 2 a 3 vezes mais elevadas de N, as produções de batata em solo arenoso foram semelhantes entre solos compactados e não compactados.

As propriedades químicas de uma maneira geral, são mais facilmente recuperáveis, pois existem muitas alternativas em termos de calagem e adubação orgânica e mineral. A aplicação de nutrientes no entanto, nem sempre tem compensado adquadamente a baixa produtividade de solos com subsolos expostos (ECK, 1969; BATCHELDER e JONES, 1972 e MBAGWU et al., 1984). Estudando os resultados de VERITY e ANDERSON (1990) pode-se afirmar que a fertilização é menos eficiente para elevar a produção de grãos que a adição de camadas de espessura variável de horizonte superficial, em solos erodidos.

Sob o ponto de vista da acidez, BEUKEMA e van der ZAAG (1990) citam que a cultura da batata tolera solos ácidos, mas em pH abaixo de 4,8 pode haver deficiência de Ca. Pesquisas mostram que muitas variedades e classes de batata, apresentam drásticas reduções de produção para valores de saturação com Al de 26% (VILLAGARCIA et al., 1991). Aplicando 300 Kg/ha de calcáreo em Podzólico Vermelho-Amarelo, CERETTA et al. (1991) conseguiram uma produção de batata superior em 3 toneladas em relação ao solo que não recebeu calagem. Segundo van RAIJ et al. (1985), a aplicação de calcáreo para a cultura da batata, deve ser feita para elevar a saturação de bases a 60%, sempre

que seu valor seja inferior a 50%. Além disto deve-se elevar o teor de Mg a um mínimo de 0,8 meq/100g.

Referindo-se aos micronutrientes, tanto as quantidades encontradas nos solos como os níveis considerados adequados são variáveis de autor para autor. Estudando os solos sob cerrados, LOPES (1984) refere-se a amplitude das quantidades de Zn, Cu, Fe e Mn disponíveis nos mesmos, como sendo de 0.2 a 2.15, 0.0 a 9.7, 3.7 a 74 e 0.6 a 92.2 ppm, respectivamente. Os teores de Cu disponível são considerados como baixos, médios e suficientes, quando encontram-se menores que 0.15, entre 0.15 e 0.40 e maiores que 0.40 ppm respectivamente, enquanto para o Zn disponível os valores baixos, médios e suficientes são < 0.20, de 0.20 a 0.50 e > 0.50 ppm, respectivamente (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 1989). Segundo MALAVOLTA (1980), nos solos brasileiros os teores de Cu, Zn e Mn disponíveis estão na faixa de 0,1 a 10, 1 a 50 e 0,1 a 100 ppm, respectivamente. Este pesquisador cita ser o Fe o micronutriente mais abundante nos solos brasileiros com teores totais variando de 10.000 a 100.000 ppm.

A disponibilidade destes elementos varia com a solubilidade dos mesmos nos solos. LINDSAY (1983) mostra que a solubilidade do Cu, Zn, Fe e Mn é mais elevada a baixos pH. Em termos de análise dos tecidos, as quantidades de Ca, Mg, K, P e N nas folhas secas da variedade BINTJE de batata, coletadas aos 40 dias de idade, foram de 0.93, 0.58, 5.8, 0.385 e 3.75%, respectivamente (GARGANTINI e BLANCO, 1963). Segundo MALAVOLTA (1980) os níveis mínimos de Ca, Mg, K, P e N nas folhas da batata devem ser respectivamente 1.0, 0.3, 1.3, 0.3 e 3.8.

Inúmeros são os fatores que influem na quantidade de micronutrientes presentes nos tecidos das plantas. Técnicas de extração, necessidades fisiológicas distintas entre as espécies, condições variadas de solos e interações entre os nutrientes, são algumas a serem citadas. OLSEN (1983) refere-se a interações antagônicas entre o Fe e o Mn, Zn, Cu e P. Em solos com altos teores de Mn a absorção de Fe é reduzida, assim como em concentrações elevadas de P, as plantas podem desenvolver clorose de Fe. A absorção de Zn e Cu em maiores quantidades faz com que a concentração de Fe nas folhas diminua. Nas folhas, os teores adequados para a cultura da batatinha devem ser de 5 a 8 ppm de Cu e de 800 a 1000 ppm de Fe (MALAVOLTA et al., 1989).

O pH do solo pode afetar o teor de micronutrientes nas folhas. Folhas de determinadas plantas que vegetam em solos de pH elevado, contém geralmente menos que 1000 ppm de Mn enquanto as desenvolvidas em solos com pH baixo, contém geralmente quantidades superiores a 2000 ppm do referido elemento (BOOCK, 1975). Para MALAVOLTA (1980) os níveis mínimos de Cu, Zn e Mn nas folhas de batata são de 3, 25 e 40 ppm. Trabalhando com solos de várzeas, GARGANTINI (1970) percebeu que a presença de Fe, Cu, Zn e Mn não afetou a produção total da batatinha, mas aumentou a quantidade de tubérculos comerciais.

Em termos de toxicidade, JONE (1983) indica que teores de Cu, Zn e Mn nas folhas são tóxicos quando apresentam-se superiores a 20, 400 e 500 ppm respectivamente.

2.3 RELAÇÃO PRODUTIVIDADE E PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS

É vasta a literatura que aborda a influência das características físicas sobre a produtividade. A importância da água no solo é ressaltada por BOONE (1988) pois, além de ser a ponte de ligação entre o clima e os demais fatores ambientais, ela influencia inúmeros processos e propriedades do solo, como selamento superficial, consolidação, dilatação, escoamento superficial, lixiviação, erosão, infiltração, distribuição e ascensão de umidade no perfil de solo.

EAVIS e PAYNE (1969) também afirmam que a água é o fator mais importante pois além de afetar diretamente o crescimento radicular, influencia indiretamente a aeração e o impedimento mecânico do solo. Em alguns solos muito argilosos o ar entra em sua estrutura quando o conteúdo de umidade está em torno de 22%, o que ocorre à sucção de pF 4 correspondendo a uma tensão de 15 atm (CRONEY e COLEMAN, 1954).

A batata é muito sensível ao stress hídrico também segundo BROWN (1977). Por este motivo, na produção da mesma, a diminuição no suprimento de água é um dos mais importantes fatores de redução na produtividade. Na Holanda, mesmo com chuvas médias de 60mm por mês, bem distribuídas, uma diminuição no suprimento de água afeta o rendimento e a qualidade dos tubérculos. O período em que ocorre a deficiência também é muito importante. Falta de água no período compreendido entre o plantio e a emergência e entre esta e o início do crescimento dos tubérculos pode reduzir o número dos mesmos. Após o início do crescimento dos tubérculos, uma diminuição no suprimento de água, além de

reduzir o rendimento, diminui a qualidade dos tubérculos (BEUKEMA e van der ZAAG, 1990).

Porisso, torna-se imprescindível saber se a água no solo está disponível para as culturas. Entretanto, não existe um consenso neste aspecto entre os autores. Para HSIEH et al. (1972), é desejável o máximo de água retida no solo a tensões inferiores a 100 KPa. Por outro lado, a água retida entre 20 e 1.600 KPa é considerada para a cultura da batata por BEUKEMA e ZAAG (1990), como água disponível. No entanto, CARY e HAYDEN (1973), notaram que solos franco-arenosos, franco-siltosos e siltico-argilosos, já apresentavam-se secos a 10, 30 e 35 KPa respectivamente. TAYLOR (1952) obteve redução altamente significativa na produção de batata, com incremento na tensão de água no solo.

A batata é uma cultura que não tem muita habilidade em retirar a água do solo quando esta encontra-se retida a maiores tensões. Ela exhibe stress hídrico quando a água está retida no solo a tensões maiores que 25 KPa (EPSTEIN e GRANT, 1973). Segundo BROWN (1977) o crescimento da batata cessa quando a tensão de água no solo cai para 300 a 350 KPa. Em solos com pequenas quantidades de água disponível a batata demora mais para entrar no estágio de tuberização (BEUKEMA e van der ZAAG, 1990), o que também pode comprometer sua produtividade.

Inúmeras propriedades do solo influem na sua capacidade de armazenar e tornar a água disponível para as plantas. ABRAO (1977), observou correlação positiva entre a quantidade de matéria orgânica no solo e o volume de água disponível no mesmo. Por outro lado, a correlação entre matéria orgânica e

volume de água retida a 1.500 KPa foi negativa. As correlações entre teores de matéria orgânica e porcentagem de água retida nas tensões de 6 e 33 KPa, não foram significativas.

A análise dos dados de LYNCH e TAI (1989), indica que quando há uma elevação na tensão de umidade do solo de 30 para 60 KPa, ocorre uma redução de 3,4% na produção de tubérculos comerciais, tendo a mesma reduzido em 40% quando a tensão passa de 30 para 90 KPa. No ano seguinte quando a tensão de água no solo mudou de 30 para 60, 90 e 120 KPa, a produção comercial de tubérculos diminuiu em 33, 34 e 65%, respectivamente.

Em outro experimento HOLDER e CARY (1984) não encontraram diferenças significativas na produção total de batata em solos derivados de calcáreo argiloso, entre tratamentos com água retida a tensões variando de 30 a 60 KPa. Porém, em termos de valor absoluto o tratamento mais úmido atingiu o maior volume de produção total, mas o menor em produção comercial, indicando que o excesso de umidade afeta a qualidade do produto.

Condições favoráveis de aeração também são necessárias para o bom aproveitamento da umidade e minerais pelas culturas (PANOV et al., 1982 e OLYMBIOS e SCHWABE, 1977). PIERCE et al. (1983) citam que para todas as famílias de classes texturais, o valor de porosidade de aeração de 10% é crítico para as culturas. Para REUST e NEYROUD (1985) o valor de porosidade de aeração também deve ser de 10% no mínimo, para a cultura da batata.

Para culturas mais exigentes em oxigênio como a batata, é preferível que o espaço poroso seja de 15% (EAVIS, 1972).

Para NIKOLAYEV (1975), a porosidade de aeração ideal deve estar entre 15 a 20%. NELSON (1976) cita também que em solo compactado a planta não somente explora menor volume de solo como também absorve menor quantidade de nutrientes em função de sua menor aeração. Entretanto, num experimento com algodão em solo compactado de textura franco-arenosa (com densidade de 1,88 g/cc), TAYLOR e BURNETT (1964) não perceberam deficiência de aeração pois o referido solo apresentou na capacidade de campo, porosidade de aeração em torno de 15%. Na cultura da batata a efetividade da fertilização e os altos rendimentos, também dependem muito das condições de aeração especialmente durante o florescimento e formação de tubérculos (PANOV et al., 1982). A batata é uma das plantas mais sensíveis ao stress de oxigênio em função da alta quantidade de O_2 requerida para o crescimento dos tubérculos, quantidade esta ainda maior que a necessária para o desenvolvimento das raízes (HOLDER e CARY - 1984). BROWN (1977) também afirma ser a batata extremamente sensível a condições de umidade que restringem o oxigênio do solo. A batata realmente necessita muito O_2 e o crescimento normal da maioria das culturas é possível somente se a concentração de O_2 excede 10% (KOHNKE, 1968). No entanto, as partes subterrâneas das plantas de batata são capazes de absorver mais O_2 que as demais culturas (BUSHNELL, 1956a). Segundo BOONE et al. (1986), quando a água no solo está retida a tensões menores que 10 KPa, a aeração do mesmo torna-se insuficiente, limitando o crescimento radicular. Estes mesmos autores, encontraram ainda em solo moderadamente compactado com textura franco-arenosa cultivado com milho, uma concentração de 15% de O_2 quando a água estava

retida a tensão de 30 KPa de modo que para tensões menores a concentração de O_2 era reduzida. No Rio Grande do Sul DEDECEK (1974) registrou porosidade de aeração inferior a 10% nas tensões de 1 a 100 KPa nos horizontes A_1 de LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DISTROFICO textura argilosa relevo ondulado (unidade Passo Fundo) e nas tensões de 1 a 1.500 KPa em um perfil de LATOSSOLO ROXO DISTROFICO textura argilosa relevo ondulado (unidade Santo Angelo).

Um breve excesso de umidade na zona radicular durante o florescimento e formação de tubérculos, limita a efetividade da fertilização e a produção (PANOV et al., 1982).

A densidade do solo também é um fator importante. Para cada classe textural há uma densidade limitante para o desenvolvimento das plantas. Para solos com teores de argila maiores que 45%, a densidade crítica é de 1,39 g/cc enquanto a limitante é de 1,47 g/cc. Solos menos argilosos toleram densidades superiores de modo que se o conteúdo de argila for de 35 a 45%, a densidade crítica e limitante será de 1,49 e 1,58 g/cc respectivamente (ESTADOS UNIDOS, 1975).

Deve-se ter em mente que o grau de compactação analisado somente através da densidade, não provê uma medida completa da resistência do solo ao crescimento da planta (ADAMS et al., 1960). No entanto, EAVIS e PAYNE (1969) consideram como soltos, medianamente compactados e compactados, solos com densidade de 1.1, 1.4 e 1.6 g/cc, respectivamente.

Em termos da influencia da densidade sobre a produtividade da batata, há registros que incrementos de 10% apenas na densidade do solo, foi suficiente para reduzir em

50% a produção (ADAMS et al., 1960). Estes mesmos autores notaram que um aumento na densidade do solo de 1,07 para 1,19 g/cc reduziu a produção de batata em 54% em solo franco-siltoso e franco-siltico-argiloso.

Segundo BOONE (1988), a estrutura do solo é o fator mais importante na determinação do rendimento das culturas.

A compactação altera a estrutura desejável nos solos. Entretanto, um certo grau de compactação pode ser benéfico (HAKIMI e KACHRU, 1975) pois aumenta a superfície de contato raiz-solo (BOONE, 1988) e estimula a ramificação radicular (VOORHEES, 1977).

Apesar disto, a maioria dos trabalhos referem-se a reduções na produção quando a resistência a penetração se eleva. WHITE (1978) trabalhando com cenoura em solo orgânico, percebeu reduções na produção comercial para resistência a penetração maior que 450 KPa. O crescimento de raízes de pepino não foi grandemente restringido quando a resistência de um solo com textura areia-franca apresentava-se menor que 500 KPa, mas houve 80% de inibição quando tal resistência era de 850 KPa (SMITTLE e WILLIAMSON, 1977).

Para resistência a penetração de 500 KPa, a taxa de crescimento radicular de tomate e ervilha é superior a 80%, reduzindo para cerca de 50% quando a resistência aumenta para 2.000 KPa (GOODERHAM, 1977).

COOK et al. (1986) referem-se a resistência média à penetração e a resistência à penetração na camada de 0 a 5cm, como sendo a propriedade mais adequada para detectar diferenças nas condições físicas dos solos.

A influência da resistência a penetração no desenvolvimento das culturas é bastante variável em função da espécie vegetal e das características do solo.

As raízes de batata tem pequena capacidade de penetração no solo (REUST e NEYROUD, 1985), sendo vários os exemplos da influência da compactação sobre a produtividade da mesma.

A presença de camadas compactadas reduz os rendimentos de batata promovendo a produção de menor número de tubérculos (van der ZAAG, 1990).

BAKERMANS e WIT (1970), encontraram uma redução de 21% na produção de batata num solo arenoso compactado.

STRUCHTEMEYER et al. (1963), mostram reduções de 8 a 31% na produtividade da batata devido a compactação do solo.

Nos solos compactados a produção de tubérculos grandes é reduzida enquanto a de tubérculos menores é incrementada em comparação com solos não compactados (VOORHESS, 1977).

SAINI (1976) detectou em Podzólico Cinza e Podzol camadas compactadas na profundidade de 20 a 28cm em solos cultivados com batata e apenas nela determinou as propriedades físicas e químicas dos solos a serem relacionadas com as produtividades dos mesmos.

BOONE et al. (1980) encontraram variações de resistência a penetração (em solos cultivados com batata em sistema de rotação) de aproximadamente 1.000 a 4.000 KPA, dependendo do cultivo adotado, com umidade gravimétrica oscilando entre 20 e 18%, na profundidade de 15cm na safra de 1974. Os resultados por eles obtidos, deixam claro que a diminuição na porosidade e teor de umidade aumenta a

resistência a penetração, pois para porosidade de 46 e 41% e umidade de 25 e 22% a resistência a penetração foi de 1.200 e 3.000 KPa em 1972 e 1975 respectivamente.

Outros autores também enfatizam a influência do teor de umidade, densidade e textura do solo sobre a sua resistência a penetração (AYERS e PERUMPRAL, 1981). SMITTLE e WILLIAMSON (1977) lembram que a extração de água pelo pepino em solo com textura areia-franca compactado, decresceu com a profundidade, indicando a baixa eficiência do uso da água em tais condições.

Em ensaio de laboratório, NEARING e WEST (1988), perceberam que a resistência a penetração num solo argiloso aumentou de 13 e 34 KPa para 65 e 100 KPa quando a sucção da água variou de 4 para 64 KPa.

Deve-se observar que quando o conteúdo de umidade no solo é baixo, o efeito direto do stress de umidade sobre a fisiologia da planta pode causar muito mais prejuízo do que o efeito indireto provocado pelo aumento na resistência do solo a penetração (YAPA et al., 1988).

GUPTA e KATHAVATE (1972) cultivando arroz em solo franco-argilo-arenoso mostraram que quando a densidade do mesmo aumenta de 1,46 para 1,82 g/cc a porosidade decresce de 0,43 para 0,28 e a resistência a penetração aumenta de 1.5 a 4.2, reduzindo a produtividade de 58,4 para 36,87 g/vaso. Neste mesmo experimento percebeu-se que quando o suprimento de água foi adequado, um aumento no nível de compactação de 1,43 para 1,67 g/cc, resultou numa maior absorção de Fe e Mn e numa redução na absorção de N e P.

Num solo homogêneo com resistência a penetração de 1,5 MPa o crescimento radicular de milho foi reduzido em 50% e

parou completamente quando a resistência a penetração foi de 3.000 KPa (BOONE e VEEN, 1982).

Valores críticos de resistência a penetração nos quais o crescimento radicular é inibido variam de 3.000 KPa (TAYLOR e GARDNER, 1963) a valores maiores que 5.000 KPa (EHLERS et al., 1983).

Em solos com textura franco-arenosa cultivados até 10cm, raízes penetraram razoavelmente bem, sendo impedidas além desta profundidade por uma camada com resistência de 2.690 KPa e densidade de 1,88 g/cc. No entanto, no mesmo solo, as raízes de algodão conseguiram penetrar quando ele apresentava resistência de 1.900 KPa na capacidade de campo, sendo que a densidade era de 1,73 g/cc (TAYLOR e BURNETT, 1964). O citado acima está de acordo com TAYLOR e GARDNER (1963), que verificaram que as raízes do algodão não penetraram no solo quando este apresentou uma resistência maior que 2,0 MPa. TAYLOR e BURNETT (1964) citam ainda que as raízes da maioria das espécies não penetram em solos cuja resistência a penetração seja > 2.550 KPa, exceto por fissuras que ofereçam baixa resistência. YAPA et al. (1988) trabalhando em Alfissolos, demonstraram que a penetração de raízes de soja, fava e grão de bico, atingiram 80% do desenvolvimento máximo, quando a resistência do solo a penetração atingiu o valor médio de 0,75 MPa em potenciais matriciais médios de -0,77 MPa. No entanto, no caso específico da soja, a baixos potenciais matriciais (solo mais seco que -0,7 MPa) houve inibição completa do crescimento, quando a resistência a penetração chegou a 2,8 MPa.

A cultura da batata por possuir sistema radicular bastante frágil torna-se suscetível a grandes reduções de produtividade em presença de camadas impermeáveis.

Estas camadas limitam a profundidade de enraizamento e a disponibilidade de água, é limitada em períodos secos (BEUKEMA e van der ZAAG, 1990).

2.4 RELAÇÃO PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS EXTRÍNECAS DOS SOLOS

Não só as modificações causadas por erosão nas propriedades físicas, químicas e morfológicas dos solos, podem afetar os rendimentos das culturas.

Convém salientar que as características extrínsecas aos mesmos também interferem na produtividade.

Sabe-se que a posição que o solo ocupa na paisagem influi sobre o rendimento das culturas (NATIONAL SOIL EROSION, 1981; WHITE et al., 1984; ONSTAD et al., 1985; DANIELS et al., 1985 e 1987; BRUCE et al., 1988 e VERITY e ANDERSON, 1990) em função de alterações em seu comportamento hídrico.

Nos solos severamente erodidos, que ocupam pendentes mais declivosas que os levemente erodidos encontrados em situações de topo (WHITE et al., 1984), a quantidade de água para as plantas é provavelmente menor.

A posição na paisagem em alguns casos, é responsável por maiores diferenças na produtividade que as ocasionadas pelos diferentes graus de erosão (ONSTAD et al., 1985 e STONE et al., 1985). Solos situados em cotas mais baixas, os quais podem receber água das partes mais elevadas, apresentam

maiores rendimentos, mesmo que estejam mais erodidos (STONE et al., 1985).

CIHA (1984), em um experimento com Molissolos conseguiu as maiores produtividades de trigo branco em situação de topo. Nos solos situados no terço médio da pendente foram obtidas as menores produções de modo que os solos que ocupavam o terço inferior, atingiram produções intermediárias. Isto ocorre porque as partes mais baixas da pendente recebem contribuição de água proveniente das partes mais altas.

Estudando solos com similar potencial de retenção de água disponível, HANNA et al. (1982), encontraram diferenças nos níveis de água armazenada entre eles, em função não só das diferentes posições topográficas ocupadas pelos mesmos, como também da forma da pendente. Os solos situados no pé da pendente e nas partes retilíneas da mesma, tinham mais água disponível que aqueles localizados no topo e nas partes convexas da encosta.

Outros autores ressaltam que a interrelação entre a posição que o solo ocupa na paisagem e sua classe de erosão, bem como entre posição na paisagem, umidade na estação de crescimento e rendimento das culturas, cria dificuldades para quantificação dos efeitos da erosão sobre a produtividade (DANIELS et al., 1985). Há uma tendência de determinadas posições na pendente estarem associadas com determinadas classes de erosão (DANIELS et al., 1985).

A declividade da rampa em que o solo ocorre também pode influir na produtividade (BOONE, 1988). LANGDALE et al. (1979), encontraram que solos moderadamente erodidos com 3% de inclinação, apresentaram produções significativamente

superiores que os obtidos em solos severamente erodidos com 11% de declive não só em função do nível de erosão menos acentuado, mas também devido a maior umidade.

Em 1983 HANNA et al., afirmam que a combinação entre inclinação e posição na paisagem, também alteram o comportamento hídrico do solo. Assim, um solo com 8% de declive ocorrendo no terço inferior da pendente, apresentou maior conteúdo de água que o solo encontrado no terço superior com apenas 2% de inclinação.

SINAI et al. (1981) e DANIELS et al. (1987), reportam-se a influência do formato da superfície onde o solo ocorre, sobre a umidade e produtividade do mesmo. Os primeiros, cultivando trigo em solos com 12% de declive, obtiveram rendimentos de 1.734 Kg/ha em pendentes côncavas e apenas 408 Kg/ha em pendentes convexas, sendo que a umidade gravimétrica era de 14 e 5% respectivamente.

Alguns autores referem-se ainda a influência da face de exposição em que o solo se encontra na pendente, sobre o comportamento hídrico do mesmo. Solos com exposição norte apresentaram mais água disponível que aqueles com exposição leste (HANNA et al., 1982).

2.5 QUALIDADE DA PRODUÇÃO

A obtenção de bons lucros não se resume apenas na maximização do volume da produção, mas também na qualidade do produto colhido.

Na cultura da batata a qualidade dos tubérculos é avaliada pela sua forma, tamanho, presença de imperfeições, conteúdo de matéria seca, açúcares e presença de enfermidades

(van der ZAAG, 1990). Este autor refere-se a quantidade de 22% de matéria seca nos tubérculos produzidos na Holanda em solo siltoso. Van der ZAAG (1990) cita ainda que grande quantidade de K reduz o teor de matéria seca nos tubérculos enquanto fósforo em altas doses eleva-o. Um excesso de N e a aplicação de KSO_4 , também podem reduzir o conteúdo de matéria seca nos tubérculos (BEUKEMA e van der ZAAG, 1990). Entretanto, NOGUEIRA et al. (1987) afirmam que incrementos nas dosagens de N e K em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTROFICO textura argilosa, foram responsáveis pelo aumento na produção de tubérculos grandes.

O suprimento de água também pode afetar os teores de matéria seca. Se for grande a quantidade de água fornecida à batata no final do período de amadurecimento dos tubérculos, poderá haver redução leve no conteúdo de matéria seca dos mesmos (BEUKEMA e van der ZAAG, 1990).

CASTRO (1951) não encontrou diferença no valor alimentício do milho colhido em solos levemente e severamente erodidos.

Em relação aos açúcares SCHWIMMER et al. (1954), referem-se a sucrose como sendo um dos três principais açúcares presentes na batata. A quantidade de sucrose é importante em termos de armazenamento. A batata não deve ser acondicionada a temperaturas menores que 4°C para que os teores de sucrose permaneçam abaixo de 0,4% aproximadamente evitando o adocicamento dos tubérculos (BURTON, 1965).

SCOTTI (1992) estudando inúmeras cultivares de batata obteve teores de matéria seca, proteína bruta e sucrose

compreendidos entre 15,23 a 26,25%, 8,20 a 13,72% e 0,17 a 0,62 mg/g, respectivamente.

Em termos de deformações nos tubérculos as mais comuns são as rachaduras e os embonecamentos. As rachaduras podem ser causadas quando a planta volta a crescer energeticamente após um período de paralisação no crescimento (van der ZAAG, 1990). SMITH (1968) refere-se também ao fato de que condições que causam crescimento descontínuo induzem a produção de rachaduras e embonecamentos nos tubérculos (referidos também como crescimento secundário), o que segundo vários pesquisadores está associado com seca ou desuniformidade na umidade do solo.

Segundo BEUKEMA e van der ZAAG (1990) o excesso de N também estimula o crescimento secundário.

O aparecimento de rachaduras ocorre quando o déficit hídrico se dá no meio da estação de crescimento, sendo seguido de suprimento adequado de umidade (ROBINS e DOMINGO, 1956). Entretanto estes mesmos autores perceberam que não houve relação entre a umidade do solo e a formação de tubérculos embonecados. BEUKEMA e van der ZAAG (1990) também reforçam que o suprimento irregular de água causa crescimento irregular nos tubérculos, promovendo tubérculos mal formados e rachados.

A flutuação sazonal do nível de água na planta e sua manifestação no potencial de água nos tubérculos pode influenciar a forma dos mesmos. Quando o potencial de água no solo aumenta, ou seja, quando a água passa a ser armazenada a menores tensões (deixando o solo bastante úmido), há incremento na quantidade de tubérculos deformados. A variedade

Russet Burbank forma tubérculos embonecados em tais condições (COREY e MEYERS¹ citados por EPSTEIN e GRANT, 1973).

A variedade Russet Burbank, em solos muito úmidos, produziu significativamente mais tubérculos embonecados e maior número de tubérculos pequenos, do que em solos menos úmidos (HOLDER e CARY, 1984).

BUSHNELL (1956a) reporta-se ao fato de que restrição periódica de aeração ou altos conteúdos de umidade tem sido associados a tubérculos mal formados. Este mesmo autor (1956b) cita que a redução de 20 para 10 e 5% na concentração de O₂ provoca formação de anomalias morfológicas em tubérculos jovens.

Segundo RUF (1964), plantas sujeitas a curtos períodos de deficiência hídrica, produzem a mesma quantidade de tubérculos mal formados, que plantas crescendo sob déficit contínuo de umidade. Além disto, altas taxas de respiração de tubérculos produzem grandes quantidades de rachaduras e embonecamentos nos mesmos, provavelmente em função da deficiência de oxigênio. HOLDER e CARY (1984) notaram que em condições de solo mais úmido a produção de tubérculos embonecados foi maior, embora a produção total tenha sido superior. Secas severas associadas a altas temperaturas, principalmente durante a primeira parte do período de adensamento dos tubérculos, pode estimular o crescimento secundário (BEUKEMA e van der ZAAG, 1990a). O embonecamento dos tubérculos pode ainda ser causado por altas temperaturas. Deste modo,

¹COREY, G.L.; MEYERS, V.I. Irrigation of Russet Burbank potatoes in Idaho. *Idaho Agr. Exp. Sta. Bull.*, n. 246, 1955 citado por EPSTEIN, E.; GRANT, W.J. Water stress relations of the potato plant under field conditions. *Agron. J.*, Madison, v.65, p.400-404, 1973.

condições secas no solo podem estimular indiretamente a formação de tubérculos embonecados, uma vez que em tais condições a temperatura das folhas é frequentemente mais alta (BEUKEMA e van der ZAAG, 1990).

Em solos pesados, se o manejo da cultura não for adequado, com bom suprimento de matéria orgânica, serão formados tubérculos embonecados (SMITH, 1968). Este mesmo autor refere-se a baixos rendimentos e produção de batatas pequenas ou mal formadas em solos siltosos e franco-argilosos.

A compactação do solo também induz indiretamente o aparecimento de crescimento secundário, pois ela intensifica os efeitos negativos de uma estação seca (LUMKES e OUWERKERK, 1980). Tais pesquisadores também notaram que o solo solto produziu o maior número de tubérculos grandes (> 55mm), sendo que a maior produção de tubérculos comerciais (> 35mm) foi obtida no solo manejado com cultivo racional. Este no entanto, apresentou a maior quantidade de tubérculos deformados, enquanto a menor porcentagem de tubérculos defeituosos deu-se no solo que estava em pousio (menos adensado).

Outros produtos também apresentam deformações devidas a compactação. Em solo muito compactado, com densidade de 1,5 g/cc as raízes de cenoura que normalmente tem formato cilíndrico, adquiriram a forma cônica (OLYMBIOS e SCHWABE, 1977). DELEENHEER e APPELMANS (1973) associam a formação de beterrabas bifurcadas com compactação do solo. Em 1978 WHITE mostra que em solos não revolvidos a produção de cenouras curtas e em forma de forquilha foi menor.

OUWERKERK e LUMKES (1984), reforçam a tendência dos solos compactados em produzir menores tubérculos de batata

detectando que em tais solos a produção de tubérculos > 40mm foi reduzida em 14% em comparação com solos não compactados, apresentando além disto grande % de tubérculos defeituosos. Eles afirmam ainda, que quanto maior a produtividade, mais elevada torna-se a produção de tubérculos maiores, BLAKE et al. (1960), perceberam que o diâmetro médio dos tubérculos foi de 35,5mm em solos compactados e 50,8mm em solos não compactados. Estes autores referem-se também a reduções de 77% na produção de tubérculos comerciais devidas a compactação do solo.

Conforme foi visto, a erosão pode alterar inúmeras características dos solos, porém nem sempre com reduções na produtividade. Tais decréscimos, ocorrem entre outras causas, quando o processo expõe horizontes com características desfavoráveis às plantas. Neste contexto, vários autores referem-se a diminuição no volume e qualidade da produção em solos erodidos, em função da redução na disponibilidade hídrica dos mesmos. A posição do solo na paisagem, aliada a forma e declividade da pendente onde ele ocorre, interferem em sua produtividade, pois também afetam as condições hídricas do mesmo.

Outra característica física de suma importância para uma grande produção de boa qualidade é a aeração do solo, a qual para a cultura da batata deve ser igual ou superior a 10%.

Finalmente, em termos de propriedades químicas, vários autores associam melhores produtividades a maiores teores de carbono orgânico no solo.

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Na região de produção de batata, no Município de Contenda-PR, foram escolhidas duas áreas com solos e níveis de manejos representativos da região, nas quais delimitaram-se, na ocasião de plantio da batata, 12 parcelas experimentais de 10 x 4 m.

O desenho experimental foi em blocos ao acaso. Os 4 blocos com três repetições foram compostos por CAMBISSOLOS severamente erodido (CSE), CAMBISSOLO moderadamente erodido (CME), LATOSSOLO levemente erodido (LLE) e LATOSSOLO não erodido (LNE). Os critérios utilizados para enquadrar os solos nos níveis de erosão, serão definidos mais adiante.

As referidas parcelas estavam embutidas em lavouras comerciais e não sofreram nenhum tratamento adicional além dos praticados pelos próprios produtores durante todo o ciclo da batatinha. No ANEXO II encontram-se os detalhes do plantio e condução das referidas lavouras, variedade, forma de preparo do solo, adubação, pulverizações e colheita.

Logo após o plantio, instalou-se um pluviômetro na área.

3.2 DESCRIÇÕES MORFOLOGICAS DOS SOLOS

Após a colheita, em cada um dos quatro solos que compunham os tratamentos foi aberta uma trincheira para descrição morfológica e coleta dos perfis de solo de acordo com LEMOS e SANTOS (1984).

Os solos foram classificados segundo as normas atualmente adotadas pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos e suas respectivas classes de erosão, segundo LEMOS e SANTOS (1984).

As fases de erosão foram determinadas em conformidade com os critérios do Soil Survey Staff (1980) o qual prevê:
Levemente erodido - perdas de horizonte A menores que 25%, sem mistura evidente de horizontes.

Moderadamente erodido - 25 a 75% de perda do horizonte A original com sinais evidentes de mistura de horizontes na camada arável.

Severadamente erodido - remoção de horizonte A superior a 75%.

Para o enquadramento dos solos nestas fases de erosão, comparou-se a cor, espessura, teor de carbono, estrutura e tipo dos horizontes superficiais e subsuperficiais imediatamente subjacentes aos primeiros.

Infelizmente não foi possível a comparação com CAMBISSOLOS não erodidos pela inexistência dos mesmos preservados na área, em remanescentes de mata nativa.

Os quatro solos são referidos, em todo o texto, pelos seguintes símbolos:

CSE - CAMBISSOLO severamente erodido (Perfil-1)

CME - CAMBISSOLO moderadamente erodido (Perfil-2)

LLE - LATOSSOLO levemente erodido (Perfil-4)

LNE - LATOSSOLO não erodido (Perfil-3)

As amostras dos 4 perfis de solos foram analisadas nos laboratórios do SNLCS/EMBRAPA-RJ seguindo a metodologia da EMBRAPA (1979). Os resultados analíticos e as descrições morfológicas encontram-se no ANEXO-I.

3.3 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS SOLOS

Além dos perfis, em cada parcela experimental, o solo foi coletado com o uso de uma pá de corte baseando-se na metodologia para amostragem de solo em áreas adubadas em linha, proposta pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC (1989).

Estas amostragens foram feitas na linha de plantio e ocorreram no meio do ciclo da cultura e foram tomadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20 a 30 cm, em cada parcela.

De cada uma destas profundidades foram retiradas 3 amostras simples que compuseram uma amostra composta a qual foi analisada no laboratório de fertilidade do Departamento de Solos da UFPr.

Na terra fina seca ao ar foram processadas as seguintes determinações:

- pH em CaCl_2 0,01 M (EMBRAPA, 1979 - método 2.1.3)
- Al^{+++} - extraído com KCL 1N e titulado com NaOH (0,020N) (EMBRAPA, 1979 - método 2.8)
- H^+ + Al^{+++} - determinados pelo método SMP (RAIJ e QUAGGIO, 1985)
- Ca^{++} e Mg^{++} - extraídos com KCL 1N e titulados com EDTA (0,010 M) (EMBRAPA, 1979 - método 2.9)
- K^+ - determinado por fotometria de chama (EMBRAPA, 1979 - método 2.12)
- P - determinado com molibdato pelo método colorimétrico (EMBRAPA, 1979 - método 2.6)
- C - ataque com dicromato de sódio e determinação por colorimetria. (RAIJ e QUAGGIO, 1985)

- Fe, Cu, Zn e Mn disponíveis - extraídos pelo HCL 0,1N conforme TUCKER e KURTZ (1955) e determinados por espectrofotometria de absorção atômica. (Estas análises foram feitas nos laboratórios do CNPF-EMBRAPA).

3.4 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS SOLOS

3.4.1 Determinação das Frações Granulométricas

Em todas as repetições, nas mesmas profundidades onde foram efetuadas as determinações químicas, foram determinadas no laboratório de física do solo do Departamento de Solos da UFPR, a % de areia, silte e argila pelo método do densímetro de Bouyoucus (Vettori), (EMBRAPA, 1979 - método 1.16.2), bem como a porcentagem de argila dispersa em água pelo método do densímetro (EMBRAPA, 1979 - método 1.17.2).

3.4.2 Determinação das Demais Propriedades Físicas

Na época da floração da batata, abriram-se mini trincheiras nos solos para coleta de amostras indeformadas em anéis volumétricos de 2,4 cm de altura, 1,8 cm de raio e volume de 25 cm³, nas profundidades de 0-5, 5-15, 15-25, 25-35 e 35-45 cm, os quais foram introduzidos com golpes de martelo colocando-se um pedaço de madeira entre o mesmo e o anel para minimizar a perturbação das amostras. Após a coleta os anéis foram limpos e fechados com tampas plásticas (em ambos os lados), acondicionados em sacos plásticos e enviados ao laboratório de solos do SNLCS-EMBRAPA-RJ. (Tem-se em mente que

o tamanho dos anéis e os golpes de martelo possam ter sido fontes de erros.)

Em apenas uma das 3 parcelas referentes a cada tratamento, foram coletados 3 anéis para cada uma das 5 profundidades citadas. Os resultados porém foram extrapolados para as outras 2 parcelas de cada tratamento.

Nestes anéis foram determinadas:

- Densidade das partículas - d_p - método do balão volumétrico (método 1.12 - EMBRAPA, 1979) usando a fórmula:

$$d_p = \frac{\text{peso da amostra seca a } 105^{\circ}\text{C}}{50 - \text{volume de álcool etílico gasto}}$$

- Densidade do solo - d_s - método do anel volumétrico (método 1.11.1 - EMBRAPA, 1979) usando a fórmula:

$$d_s = \frac{\text{peso da amostra seca a } 105^{\circ}\text{C}}{\text{volume do anel}}$$

- Microporosidade - m_i - método da "mesa de tensão" (método 1.14 - EMBRAPA, 1979)

- Curva de retenção de água no solo - o volume de água retido em cada tensão foi obtido das seguintes maneiras:

. 6 KPa - método da mesa de tensão (EMBRAPA, 1979)

. 10, 33, 100, 500 e 1500 KPa - método da panela de pressão (EMBRAPA, 1979)

Com os resultados anteriores calculou-se:

- Porosidade total - PT - pela fórmula:

$$PT = \frac{(d_p - d_s)}{d_p} \times 100$$

- Macroporosidade - ma - pela fórmula:

$$ma = PT - m_i$$

- Porosidade de aeração nas tensões de 6, 10, 33, 100, 500 e 1500 KPa - subtraindo-se o volume de água retido em cada

tensão da porosidade total do solo, nas respectivas profundidades.

- água disponível

. água facilmente disponível - obtida diminuindo-se o volume de água retido a 100 KPa do volume retido a 10 KPa (ANEXO-VIII).

. água disponível quando a porosidade de aeração é $\geq 10\%$ - tomou-se a porcentagem de água retida na tensão onde a porosidade de aeração era igual ou maior a 10% e dela subtraiu-se a quantidade de água retida a 1500 KPa (ANEXO VIII).

Achou-se interessante determinar os volumes de água presentes no solo quando sua porosidade de aeração era $\geq 10\%$, por este ser o valor mínimo exigido pela cultura da batata.

- resistência a penetração do solo

Após a colheita, em cada uma das 12 parcelas, a resistência a penetração foi determinada em 3 repetições, em intervalos de 5 cm, de 0 a 60 cm de profundidade, com um penetrômetro cônico modelo SOLOTEST S310, com ângulo de penetração de 30° e área da base do cone de 6,33 cm². Simultaneamente foram retiradas amostras para determinação do conteúdo de água no solo, nas mesmas profundidades onde a resistência a penetração foi determinada.

Os valores encontrados a campo foram transformados em resistência à penetração através da equação

$$I_c = 0,00855 + 0,559 \times L_d$$

onde, I_c é o índice de cone em KPa e L_d é a leitura obtida no campo em mm.

3.5 ACOMPANHAMENTO DO VOLUME E TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO E POROSIDADE DE AERAÇÃO DURANTE O CICLO DA CULTURA

- Umidade volumétrica

Em cada uma das parcelas foram coletadas amostras de solo com 3 repetições nas profundidades de 0-5, 5-15, 15-25, 25-35, 35-45 cm, num intervalo de 15 em 15 dias aproximadamente, do plantio até o amadurecimento, totalizando sete coletas. Nestas amostras foram determinadas as umidades gravimétricas as quais multiplicadas pelas densidades (obtidas nas profundidades citadas), foram transformadas em umidades volumétricas.

- Tensão de água no solo

Calculada através da equação de Van GENUCHTEN (1980) que determina a tensão de água em função do volume de água retido no solo (umidade volumétrica).

- Porosidade de aeração

Calculada diminuindo-se o volume de água retido da porosidade total, em cada uma das 7 determinações, nas 5 profundidades estudadas, obteve-se a porosidade de aeração.

3.6 QUANTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO

A colheita foi processada manualmente. Os tubérculos foram desenterrados com enxadas e após a retirada de toda a terra, foram separados em mesa classificadora passando através de um jogo de peneiras, sendo agrupados nas seguintes classes de tamanho:

TUBERCULOS DE 2ª - tubérculos miúdos que apresentam dimensões < 33mm em seu diâmetro transversal. Neste trabalho foram incluídos nesta classe, também os tubérculos miudinhos (pirulito) nos quais o menor diâmetro é inferior a 23mm.

TUBERCULOS de 1ª - tubérculos de tamanho médio cujo menor diâmetro está compreendido entre 33 a 45mm.

TUBERCULOS ESPECIAIS - tubérculos graúdos cujas dimensões do diâmetro transversal ultrapassam 45mm.

Posteriormente obteve-se o peso de cada uma destas classes e também o peso total produzido em cada parcela experimental, agrupando a produção da seguinte maneira:

PRODUÇÃO BRUTA DE TUBERCULOS DE 2ª - é o peso de todos os tubérculos normais, rachados e embonecados colhidos, que se enquadram na classe de 2ª.

PRODUÇÃO BRUTA DE TUBERCULOS de 1ª - é o peso de todos os tubérculos normais, rachados e embonecados colhidos, que se enquadram na classe dos tubérculos de 1ª.

PRODUÇÃO BRUTA DE TUBERCULOS ESPECIAIS - é o peso de todos os tubérculos normais, rachados e embonecados colhidos, que se enquadram na classe de tamanho especial.

PRODUÇÃO BRUTA TOTAL - (PRODUÇÃO TOTAL) - refere-se a somatória dos pesos dos tubérculos normais, rachados e embonecados de 2ª, de 1ª e especiais.

PRODUÇÃO LIQUIDA DE TUBERCULOS DE 2ª - é o peso somente dos tubérculos normais (descontando os rachados e embonecados) que se enquadram na classe dos tubérculos de 2ª.

PRODUÇÃO LIQUIDA DE TUBERCULOS DE 1ª - é o peso dos tubérculos normais apenas, livres de deformações, que se enquadram na classe dos tubérculos de 1ª.

PRODUÇÃO LÍQUIDA DE TUBERCULOS ESPECIAIS - é o peso dos tubérculos normais livres de defeitos que se enquadram na classe dos tubérculos especiais.

PRODUÇÃO LÍQUIDA TOTAL - (PRODUÇÃO COMERCIAL) - refere-se a somatória das produções líquidas de tubérculos normais de 2ª, de 1ª e especiais.

3.7 MATERIA SECA, PROTEÍNA BRUTA E SUCROSE NOS TUBERCULOS

Após a colheita foi tomado aproximadamente 1 Kg de tubérculo de cada parcela, os quais foram processados nos laboratórios do IAPAR, da seguinte maneira:

Matéria Seca e Proteína Bruta: a % de matéria seca foi determinada por diferença entre peso úmido e seco e a % de proteína bruta por digestão com H_2SO_4 concentrado (ambas segundo ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1980);

Sucrose: teores obtidos por reação colorimétrica com antrona (GOULD e PLIMPTON, 1983).

3.8 ANÁLISE FOLIAR

Aos 40 dias aproximadamente após a emergência foram coletadas as folhas da batata segundo especificações de MALAVOLTA (1989).

O N foi determinado por destilação micro - Kjeldahl, o P pelo método molibdato-vanadato e o K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn foram determinados por espectrometria de absorção atômica.

Estas metodologias encontram-se citadas na obra de SARRUGE e HAAG (1974). As análises foram feitas nos laboratórios do CNPF-EMBRAPA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PRODUÇÃO DE TUBERCULOS

Os dados de produção total e comercial podem ser visualizados na FIGURA-1, enquanto as quantidades de produção bruta e líquida de tubérculos de 2ª, 1ª e especiais e a comparação estatística entre os mesmos, encontram-se no ANEXO-III.

4.1.1 Produção Total

A diferença significativa ocorreu, a nível de 5%, apenas entre o LNE e o CME sendo que este produziu 9.504 kg/ha, ou seja, 32% a menos que o primeiro. SCHERTZ et al. (1989) encontraram maiores diferenças na produção de milho entre solos levemente e severamente erodidos do que entre as demais fases de erosão.

Contudo a análise dos valores absolutos revela que o LNE atingiu o maior volume em termos de produção bruta total (29.940 kg/ha), a qual foi superior em 6.032 kg/ha (20%) e 8.245 kg/ha (28%) em relação ao LLE e CSE respectivamente. Esta diferença de 6.032 kg/ha (20%) na produção entre o LNE e LLE é muito próxima da encontrada por MAY e SOUZA (1990). Tais pesquisadores revelaram uma diminuição de 6.200 kg/ha (18%) na produção de batata (variedade Delta) em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Podzolizado com a retirada de 10cm de seu horizonte superficial.

O LLE por sua vez produziu 23.908 kg/ha, ou seja, 2.213 kg/ha (9%) a mais que o CSE e 3.472 kg/ha (15%) a mais que o

produção total =
comerciais + rachados + embonecados

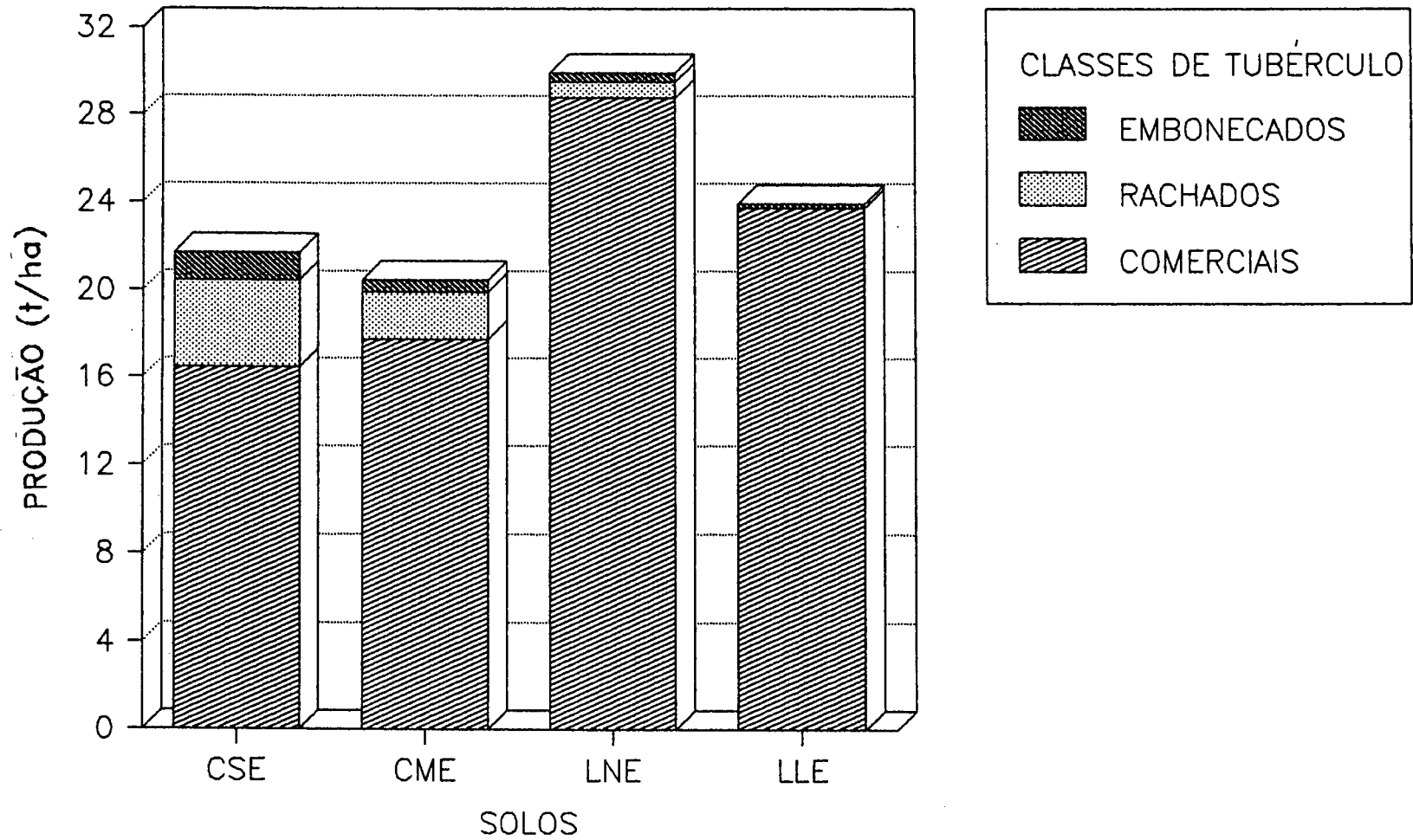


Figura 1 –
RENDIMENTO DE BATATA POR CLASSES
DE TUBÉRCULO E DE SOLO (t/ha)

CME. OLSON e CARMER (1990) registraram que um Molissolo levemente erodido produziu 22 e 50% mais milho que o moderada e severamente erodido respectivamente.

No CSE com nível de erosão mais drástico, a produção bruta total de tubérculos (21.695 kg/ha), foi 6% superior a do CME (20.436 kg/ha) em valor absoluto.

Ocorre que na produção bruta pode ter havido uma compensação na quantidade de tubérculos em detrimento da qualidade, ou seja, a produção total do CSE foi maior que a do CME mas de menor qualidade, de modo que a produção comercial foi maior no CME, conforme será discutido nos itens seguintes.

O incremento na produção total ocorreu na seguinte ordem:

LNE > LLE > CSE > CME.

4.1.2 Produção Líquida Total ou Comercial

O LNE atingiu uma produção de tubérculos comerciais de 28.777 kg/ha e não diferiu estatisticamente do LLE que alcançou 23.722 kg/ha, resultando numa diferença de 5.055 kg/ha o que equivale a 18% (ANEXO-III).

Encontrou-se diferença estatística a nível de 5% entre o LNE (28.777 kg/ha) o CSE (16.455 kg/ha) e o CME (17.730 kg/ha) sendo que o primeiro produziu 12.322 kg/ha a mais que o segundo e 11.047 kg/ha a mais que o terceiro o que equivale a 43% e 38% respectivamente.

Também não houve diferença significativa de produção entre o CSE e o CME, embora em valor absoluto este tenha superado aquele em 1.275 kg/ha o que corresponde a 7%.

Sob este ponto de vista é interessante alertar que o CSE embora tenha atingido uma produção bruta total de tubérculos superior a do CME, produziu menos tubérculos comerciais que este, o que mesmo sem significância estatística, está indicando a tendência da erosão instalada em colaborar com a diminuição da qualidade do produto, por afetar as condições químicas, físicas e hídricas do solo as quais estão relacionadas com a produtividade.

A diferença de produção comercial entre o CSE e CME foi menor (1.275 kg/ha - 7%) do que entre o LNE e LLE (5.055 kg/ha - 18%).

O exame apenas dos valores absolutos, novamente reforça a tendência dos solos mais erodidos produzirem menos, repetindo-se também o fato de que incrementos menores no nível de erosão promovem maiores variações de produtividade dentro dos LATOSSOLOS, enquanto aumentos mais drásticos nestes níveis, não conseguem alterar tanto a produção do CSE em comparação ao CME.

Outro aspecto interessante a ser levantado é que os quatro solos estudados apresentaram a maior porcentagem de sua produção tanto bruta como líquida, composta de tubérculos especiais.

Comparando a produção comercial (líquida total) e total (bruta total), vê-se que há muito maior redução na quantidade de produção entre os CAMBISSOLOS, principalmente no severamente erodido, do que entre os LATOSSOLOS, o que indica a provável influência negativa da erosão instalada, sobre a qualidade da batata.

4.1.3 Produção de Tubérculos Rachados e Embonecados

A FIGURA-1 mostra que houve uma maior porcentagem de tubérculos rachados em relação aos tubérculos embonecados em todos os solos estudados, com exceção do LLE.

Nota-se também que as maiores porcentagens de rachaduras e embonecamentos ocorreram nos tubérculos da classe especial (TABELAS-1 e 2).

Em termos de tubérculos rachados (TABELA-1) o CSE produziu 26% (3.599 kg/ha) de tubérculos de tamanho especial em confronto com os 18% (2.112 kg/ha) obtidos no CME. O LNE produziu apenas 5% (747 kg/ha) de tubérculos especiais rachados enquanto no LLE a produção foi nula. Vale ressaltar que o LLE não produziu nenhum tubérculo rachado de nenhum tamanho e que no LNE o mesmo aconteceu apenas para a classe dos tubérculos de 2ª e de 1ª.

É interessante associar a este fato que o LLE só apresentou deficiência de O_2 em apenas uma das determinações de campo (TABELA-10).

TABELA 1 - PRODUÇÃO DE TUBERCULOS RACHADOS EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL POR CLASSE DE SOLO

SOLO	CLASSES DE TUBERCULOS							
	2ª		1ª		ESPECIAL		TOTAL	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
CSE	0	0	372	5	3.599	26	3.971	18,3
CME	6,6	0,3	40	1	2.112	18	2.159	10,5
LLE	0	0	0	0	0	0	0	0
LNE	0	0	0	0	747	5	747	2,4

Somando-se as quantidades obtidas nas 3 peneiras obteve-se um total de 18,3% (3.971 kg/ha), 10,5% (2.159

kg/ha), 2,4% (747 kg/ha) e 0% de tubérculos rachados no CSE, CME, LNE e LLE respectivamente.

Tratando-se da somatória de tubérculos embonecados (TABELA-2), o CSE também foi o que mais produziu, tendo atingido 1.270 kg/ha (5,8%) seguido do CME com 547 kg/ha (2,6%) o qual precedeu o LNE com 417 kg/ha (1,3%) finalmente seguido do LLE com 187 kg/ha o que equivale a apenas 0,78% da produção total.

Dentro destes totais, a maior contribuição continua sendo dos tubérculos grandes (tamanho especial) com 9% (1.006 kg/ha), 4% (443 kg/ha), 2% (293 kg/ha) e 1% (187 kg/ha) no CSE, CME, LNE e LLE respectivamente. Chama a atenção o fato do CME e LLE não terem produzido nenhum tubérculo embonecado de 2ª (< 33mm).

TABELA 2 - PRODUÇÃO DE TUBERCULOS EMBONECADOS EM Kg/Ha EM
RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL POR CLASSE DE SOLO.

SOLO	CLASSES DE TUBERCULOS							
	2ª		1ª		ESPECIAL		TOTAL	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
CSE	45	3	219	3	1.006	9	1.270	5,8
CME	0	0	104	1	443	4	547	2,6
LLE	0	0	56	1	131	1	187	0,78
LNE	5	0,3	119	1	293	2	497	1,3

Interessante é também frisar que ao contrário do que ocorreu com a produção comercial e bruta total, a diferença percentual na produção de tubérculos embonecados e rachados é maior entre os CAMBISSOLOS que entre os LATOSSOLOS.

O CSE produziu 7,8% mais tubérculos rachados e 3,2% mais tubérculos embonecados que o CME, enquanto entre o LNE e LLE a diferença de produção de tubérculos rachados foi de 2,4%

enquanto a diferença relativa a tubérculos embonecados foi de apenas 0,42%.

O exame da TABELA-3 que contém a soma das porcentagens de tubérculos rachados e embonecados, indica novamente no caso dos CSE e CME a tendência do solo mais erodido em diminuir a qualidade do produto. A FIGURA-1 mostra melhor estas diferenças.

Nota-se que o CSE apresentou 24,1% (5.241 kg/ha) de tubérculos defeituosos enquanto o CME produziu 13,1% (2.706 kg/ha), o que representa uma diferença de 11%.

O LNE apresentou 3,7% mais tubérculos com defeitos que o LLE. O LLE ocupa uma posição na paisagem que lhe permite não só o aproveitamento da umidade proveniente das partes mais altas da pendente, como também a drenagem mais rápida do excesso de água nos períodos mais chuvosos, não apresentando empoçamentos, os quais foram muitas vezes verificados no LNE.

Estes detalhes podem ter assegurado um suprimento hídrico mais uniforme às plantas, sem excessos de água e deficiências de aeração, refletindo-se na ausência ou baixíssima porcentagem de tubérculos defeituosos.

TABELA 3 - QUANTIDADE DE TUBERCULOS DEFEITUOSOS EM Kg/ha, POR CLASSE DE SOLO.

	PRODUÇÃO BRUTA		PRODUÇÃO	PRODUÇÃO TUB DEFEIT.	
	TOTAL	COMERCIAL	kg/ha	%	
CSE	21.695	16.455	5.240	24,1	
CME	20.436	17.730	2.706	13,1	
LLE	23.908	23.722	186	0,78	
LNE	29.940	28.777	1.163	3,7	

Entretanto é muito interessante notar que a produção comercial do LNE é 17% (4.869 kg/ha) superior a produção total do LLE.

4.1.4 Análise Bioquímica dos Tubérculos

MATERIA SECA

Não houve diferença significativa nos teores de matéria seca entre o CSE e CME nem entre LNE e LLE (TABELA-4).

No entanto ressalta-se a diferença quando se comparam as produções comerciais de tubérculos expressas em matéria seca (TABELA-5), sendo que o LNE produziu 3.205 kg/ha (51%) a mais que o CSE e 3.076 kg/ha (49%) a mais que o CME, enquanto o LLE produziu 2.050 kg/ha (40%) a mais que o CSE e 1.921 kg/ha (37%) a mais que o CME.

Estes dados continuam a indicar a tendência dos solos mais erodidos em produzirem tubérculos de menor qualidade.

Convém ressaltar que os teores de matéria seca presentes na TABELA-4 estão muito próximos dos encontrados em tubérculos produzidos na Holanda conforme referência de van der ZAAG (1990) e dentro dos determinados por SCOTTI (1992) em várias cultivares no Estado do Paraná.

TABELA 4 - CONTEUDO DE MATERIA SECA PROTEINA BRUTA E SUCROSE NOS TUBERCULOS, POR CLASSE DE SOLO.

SOLO	% MATERIA SECA	% PROTEINA BRUTA	SUCROSE mg/g
CSE	19,0 b	6,19 a	0,32 a
CME	18,3 b	6,49 a	0,39 a
LLE	21,8 a	7,32 a	0,34 a
LNE	22,0 a	7,49 a	0,30 a

a,b - médias na mesma coluna seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

TABELA 5 - PRODUÇÃO COMERCIAL DE TUBERCULOS EM MATERIA SECA, POR CLASSE DE SOLO.

SOLO	PRODUÇÃO CO- MERCIAL (Kg/ha)	% MATERIA SECA	PRODUÇÃO COMERCIAL EM MS (Kg/ha)	%
CSE	16.455 a	19,0	3.117 a	51
CME	17.730 a	18,3	3.246 a	49
LLE	23.722 ab	21,8	5.167 b	18
LNE	28.777 b	22,0	6.322 b	100

a,b - médias na mesma coluna seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

PROTEINA BRUTA

Os resultados obtidos neste trabalho são inferiores aos encontrados por SCOTTI (1992).

No entanto não houve diferença significativa entre nenhum dos quatro tratamentos embora os valores absolutos mostrem que os tubérculos colhidos no LNE foram os que apresentaram os maiores teores de proteína bruta (7,49%) enquanto o LLE produziu 0,17% a menos que o primeiro o que equivale a uma redução de apenas 2% (TABELA-4).

Os teores de proteína dos tubérculos colhidos no LNE foram superiores em 1,3% no CSE e 1% no CME, o que equivale a 17% e 13% respectivamente, enquanto o LLE por sua vez produziu tubérculos com 1,13% a mais de proteína bruta que o CSE e 0,83% a mais que o CME o que equivale a 15% e 11% respectivamente. No CME os teores foram superiores aos do CSE em 0,3% o que equivale a 5%. A diferença entre os LATOSSOLOS desta vez foi menor que entre os CAMBISSOLOS.

SUCROSE

Os tubérculos colhidos nos quatro solos estudados apresentaram quantidades de sucrose dentro dos limites determinados por SCOTTI (1992).

Em valor absoluto os tubérculos colhidos no CME obtiveram os maiores teores seguido do LLE ao qual seguiu-se o CSE e finalmente o LNE. A média dos CAMBISSOLOS (0,36) foi superior em valor absoluto a média dos LATOSSOLOS (0,32). Apesar disto, em valor numérico os teores obtidos no LLE foram superiores aos obtidos no CSE.

Nos tubérculos produzidos nos CAMBISSOLOS, os teores de sucrose foram superiores no CME enquanto nos LATOSSOLOS o maior teor ocorreu no LLE.

4.2 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS SOLOS

4.2.1 Características Extrínsecas

O relevo regional da área de ocorrência dos solos em questão no município de Contenda é ondulado. No entanto só o CME se encontra nesta classe de relevo pois o CSE e LLE estão em relevo suave ondulado e o LNE ocorre no plano.

A geologia migmatítica presente na área (BIGARELLA et al., 1966), implica na formação de relevos bastante movimentados com pendentes heteromórficas (côncavo-convexas) de conformação irregular e inclinações em várias direções, induzindo a presença de vertentes com comprimentos distintos no mesmo morrote.

Na área de ocorrência dos LATOSSOLOS a conformação do relevo é mais simples, havendo uma maior homogeneidade no sentido e direção das pendentes que partem do topo, conferindo a área um relevo mais regular. Nas propriedades onde as parcelas experimentais foram instaladas, as linhas de crista das superfícies onde estão os LATOSSOLOS, encontram-se em cotas um pouco mais baixas do que as linhas de crista dos CAMBISSOLOS (FIGURA 2). No entanto, no restante das áreas ocorre o inverso. O CSE e LNE ocupam posição de topo enquanto o CME e LLE ocorrem no terço superior e médio respectivamente.

O topo onde ocorre o CSE é instável (estreito) sendo que em poucos metros já se desce para o terço superior onde encontra-se o CME cuja pendente é curta. O LNE ocupa uma superfície de topo um pouco mais estável (mais largo) que o CSE, a qual também é seguida por pendentes curtas onde ocorrem o LLE. Pode-se dizer que todas as pendentes, de uma maneira geral, apresentam-se convexas. O declive do CSE e CME é de 3 e 8%, enquanto no LNE e LLE é de 1 e 6% respectivamente.

A princípio seria mais coerente que o CSE, por apresentar-se mais erodido, ocorresse nas áreas mais declivosas como é o caso do LLE. WHITE et al. (1984) referem-se a ocorrência de solos severamente erodidos em pendentes mais declivosas. Porém os agricultores da região dizem que estas áreas mais planas nos topos, foram utilizadas a mais tempo tendo sido assim, provavelmente mais expostas ao processo erosivo.

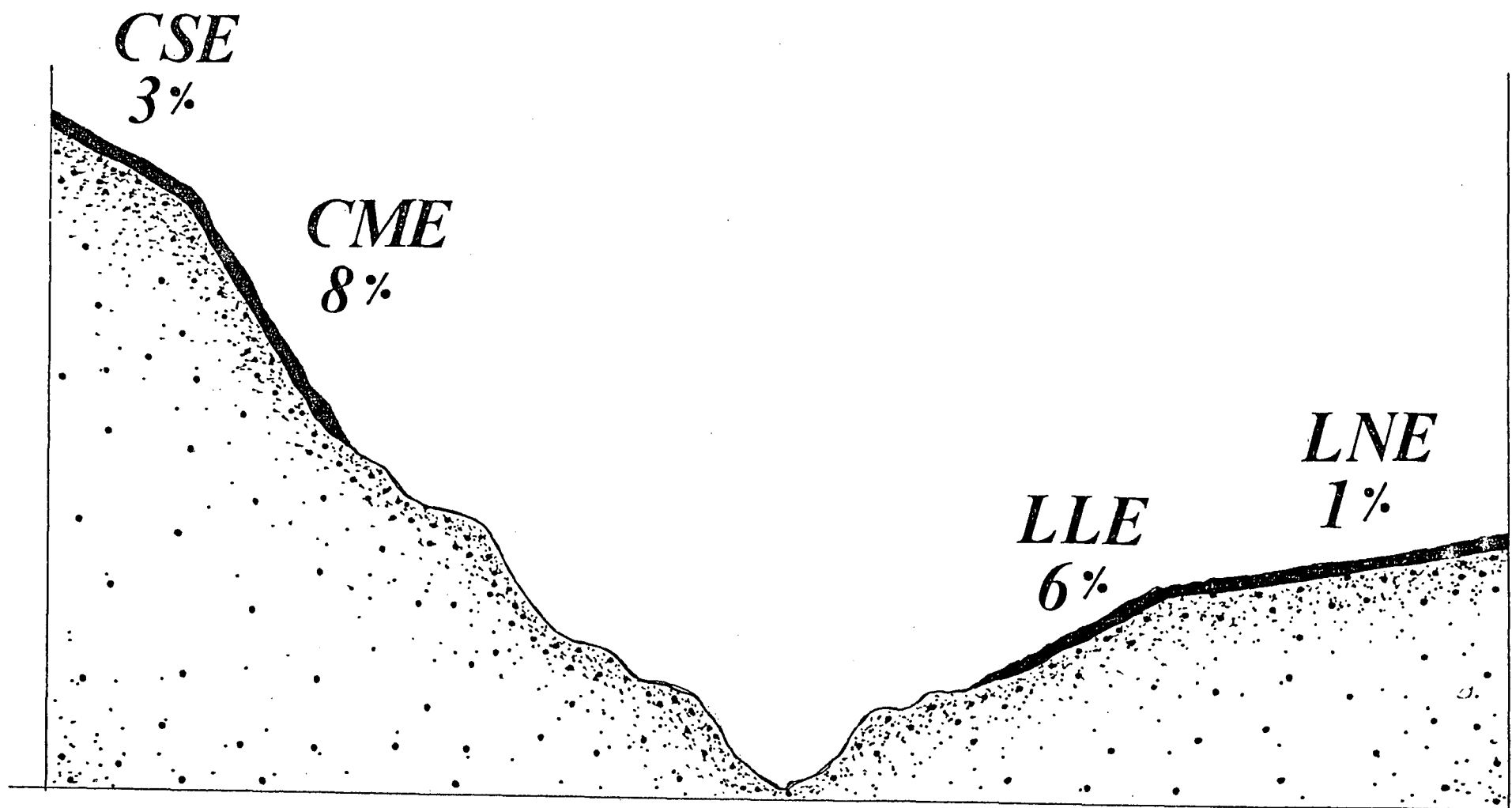


FIGURA 2 - SITUAÇÃO DOS SOLOS NA PAISAGEM E DECLIVIDADE

4.2.2 Características Morfológicas

O fato de tratarem-se de classes de solos diferentes, fez com que houvessem grandes diferenças morfológicas entre os mesmos (TABELA-6).

A profundidade dos solos, espessura, cor, estrutura, consistência e porosidade dos horizontes são bastante distintas entre os CAMBISSOLOS e LATOSSOLOS. Além disto, por estarem sendo intensamente cultivados por muito tempo, percebem-se algumas alterações em alguns aspectos morfológicos, principalmente nos CAMBISSOLOS, onde a erosão muito mais intensa, seguida de mistura de horizontes durante

TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS MORFOLOFICAS DOS HORIZONTES SUPERFICIAIS E SUBSUPERFICIAIS DOS CAMBISSOLOS E LATOSSOLOS

A)	CSE (P-1)	CNE (P-2)	LNE (P-3)	LLE (P-4)
HORIZONTE SUPERFICIAL	Bp (0-12cm)	BAp (0-12)	Ap (0-20cm)	Ap (0-20cm)
COR	4YR 4/6 -vermelho amarelado a verme- lho. mosqueado-2,5YR 4/6	5YR 4/6 - vermelho-amare- lado	9YR 3/2 - bruno- acinzentado-mui- to escuro	10YR 3/2 - bruno- acinzentado muito escuro
ESTRUTURA	moderada grande e média blocos sub- angulares	moderada grande e média blocos sub. que se des- faz em moderada pequena granular	fraca média blo- cos sub. que se desfaz em forte muito pequena granular	fraca média blo- cos sub. que se desfaz em forte pequena granular
FRIABILIDADE	friável com pontos firme	friável a firme	firme a friável	friável
CONSIS- TENCIA	PLASTICIDADE	lig. plás./plás.	plást./lig.plás.	lig.plás.
	PEGAJOSIDADE	lig.peg.	lig.peg.	lig.peg.
POROS	comuns muito peque- nos	muitos poros muito pequenos	-	-
RAIZES	comuns finas fasciculares	comuns finas fasciculares	muitas finas fasciculares	muitas finas fasciculares

continua...

B)	continuação			
HORIZ. SUBSUPERFICIAL	! Bi (12-65cm)	! Bi ₁ (12-38cm)	! A ₁ (22-46cm)	! A ₂ (20-36cm)
LINHA DE PEDRA	! aos 51 cm	! -	! -	! -
COR	! 4YR 4/6 -vermelho ! amarelado a verme- ! lho.	! 5YR 4/8 -verme- ! lho-amarelado	! 7,5YR 3/2 - ! bruno-escuro	! 7,5YR 4/4 - ! bruno-escuro
ESTRUTURA	! moderada gr bl-sub ! composta de mod. a ! forte med e peq. ! blo.subang.	! moderada grande ! e média blocos ! subangulares	! fraca gr. blocos ! ang. e subang. ! composta de for- ! te peq e muito ! pequena granular	! fraca grande blo- ! cos subang.que se ! desfaz em forte ! pequena granular
FRIABILIDADE	! firme	! firme	! firme a friável	! friável a firme
CONSISTENCIA	! PLASTICIDADE	! plástico	! lig.plás./plás.	! lig.plás.
	! PEGAJOSIDADE	! lig.peg.	! lig.peg.	! lig.peg.
POROS	! muitos muito peq. e ! comuns pequenos	! muitos muito ! pequenos	! -	! -
RAIZES	! poucas finas ! fasciculares	! raras	! comuns finas ! fasciculares	! comuns finas ! fasciculares

OBS: P - 1 a 4 = perfil 1 a 4. (ANEXO I)

os cultivos, alterou consideravelmente o horizonte superficial e parcialmente o horizonte subsuperficial.

Os CAMBISSOLOS apresentaram-se pouco profundos com espessura do solum (A + B) de 90 e 68cm no CSE (PERFIL-1) e CME (PERFIL-2) respectivamente, enquanto no LLE (PERFIL-4) e LNE (PERFIL-3), tal espessura foi de 1,50 e maior que 2,30m, respectivamente (ANEXO-I).

Esta maior profundidade aliada a uma estrutura melhor desenvolvida nos LATOSSOLOS, beneficiou não só a quantidade como a qualidade da batata produzida.

A espessura e tipo dos horizontes que ocorrem nos diferentes solos em questão, também condicionam características favoráveis para o bom desenvolvimento da batata nos LATOSSOLOS e desfavoráveis nos CAMBISSOLOS.

No LNE (PERFIL-3) e LLE (PERFIL-4) estão presentes respectivamente 67 e 36 cm de horizonte A (mais friável, poroso, com estrutura granular e menos consistente) que nos CAMBISSOLOS.

No CSE e CME estão presentes os horizontes Bip e BiAP respectivamente, ambos com apenas 12 cm de espessura entre outras características agrônomicas desfavoráveis.

A cor do horizonte superficial do solo reflete muito sua fase de erosão e é uma característica que chama muito a atenção, além de poder ser facilmente determinada no campo.

Neste trabalho, a carta de Munsell não detectou com propriedade as diferenças de cor percebidas a nível de campo entre o CSE e CME (TABELA-6 A).

A presença de pequenas partículas isolados de coloração vermelha (2,5YR 4/6) no horizonte Bip do CSE, (as quais possivelmente sejam relictos do material de origem semi-intemperizado, cuja ocorrência pode ser comum nos horizontes B dos CAMBISSOLOS), seria um indício de que a quantidade de material do horizonte B, exposto por erosão e misturado pelo cultivo, foi maior do que no CME. Além disto, a cor do horizonte IIBiC do CSE (PERFIL-1), é a mesma que a das referidas partículas citadas no parágrafo anterior, ou seja, 2,5YR4/6. Note-se ainda que a cor do seu horizonte superficial Bip, é a mesma (4YR4/6), do que o horizonte

subjacente Bi. No entanto a cor 5YR4/6 do horizonte BiAP, no CME, não é idêntica a do horizonte subjacente Bi (5YR4/8) sugerindo que a quantidade de horizonte B misturado neste caso, seja um pouco menor, condizendo com o fato deste solo ser moderadamente erodido.

Entre os LATOSSOLOS praticamente não houve nenhuma diferença de cor relevante no horizonte superficial.

Em termos de estrutura constatou-se que embora ambos os CAMBISSOLOS tenham apresentado estrutura moderada grande e média blocos subangulares, no CME ela se desfaz em moderada pequena granular o que é uma vantagem em relação ao CSE.

Nos LATOSSOLOS a estrutura é ainda mais favorável pois os blocos são menos desenvolvidos enquanto a estrutura granular que os compõem é fortemente desenvolvida.

Com relação a consistência quando úmido o CSE mostrou-se ligeiramente plástico a plástico, o CME plástico a ligeiramente plástico enquanto os LATOSSOLOS foram apenas ligeiramente plásticos o que sem dúvida é também uma característica mais vantajosa em termos de produtividade.

Os horizontes subsuperficiais Bi, Bi₁, A₁₂ e A₃ respectivamente no CSE, CME, LNE e LLE com características similares aos respectivos horizontes superficiais, continuam trazendo desvantagens para a batata cultivada nos dois primeiros e vantagens nos dois últimos (TABELA-6 B).

Nas trincheiras abertas para descrição dos perfis, percebia-se na zona limítrofe entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, pequenos pontos acinzentados

sugerindo processos de redução, refletindo a dificuldade da água em percolar livremente ao longo dos CAMBISSOLOS.

4.2.3 Propriedades Químicas

4.2.3.1 Macronutrientes disponíveis, pH, V%, CTC

Analisando a TABELA-7, percebe-se que não houve diferença nos teores de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e P, entre os solos estudados, em nenhuma das três profundidades de coleta, bem como nos valores médios entre as mesmas.

Excessão se deu com os teores de Ca^{++} no LLE e LNE na profundidade de 20 a 30 cm, na qual apresentaram-se baixos (o que não necessariamente é indicativo de deficiência) e nos teores de K no CME os quais foram altos nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm.

O exposto no parágrafo anterior indica que nos solos em questão, os teores destes nutrientes, mostraram-se bastante homogêneos. O fato do coeficiente de variação ter sido na grande maioria inferior a 20%, atesta que houve boa precisão na escolha e delimitação das parcelas, bem como na coleta do solo para análise, e que a variabilidade foi pequena.

Não se deve esquecer porém que todas as comparações entre os solos tem apenas o efeito de demonstrar o estado atual, uma vez que não se conheciam os valores antes dos solos serem erodidos.

TABELA 7 - PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS SOLOS NAS PROFUNDIDADES DE 0-10, 10-20 E 20 A 30 CM.

PROFUNDIDADE: 0 - 10cm

meq/100g			ppm			%			meq.100g
Ca	Mg	K	P	pH CaCl ₂	C	H			
CSE B 2,00 a	CSE A 1,07 a	CSE M 0,23 a	CSE A 30,67 a	CSE AE 4,37 ab	CSE M 1,03 a	CSE M 3,57 a			
CME M 2,37 a	CME A 1,10 a	CME A 0,32 a	CME A 58,33 a	CME AE 4,23 a	CME M 1,30 a	CME A 4,53 b			
LLE M 2,33 a	LLE A 1,17 a	LLE M 0,22 a	LLE A 36,33 a	LLE AM 4,43 ab	LLE A 2,70 c	LLE A 8,57 d			
LNE M 2,30 a	LNE A 1,40 a	LNE M 0,29 a	LNE A 31,00 a	LNE AM 4,60 b	LNE A 2,20 b	LNE A 7,40 c			
CV = 14,68%	ns!CV = 15,62%	ns!CV = 22,70%	ns!CV = 40,94%	ns!CV = 2,27%	5%!CV = 8,56%	5%!CV = 4,77%	5%		

cont.

meq/100g		%		meq/100g		%		meq/100g
Al	m	S	CTC	V	ATIV.ARG.(z)			
CSE M 0,67 a	CSE M 17,43 a	CSE M 3,29 a	CSE M 7,53 a	CSE B 44 b	CSE - 7,57 b			
CME M 0,83 a	CME M 18,09 a	CME M 3,79 a	CME M 9,15 b	CME B 41 b	CME - 7,99 b			
LLE M 0,63 a	LLE M 10,51 a	LLE M 3,72 a	LLE A 12,92 c	LLE B 29 a	LLE - 1,30 a			
LNE B 0,47 a	LNE M 14,59 a	LNE M 3,99 a	LNE A 11,85 c	LNE B 34 b	LNE - 4,84 b			
CV = 20,83%	ns!CV = 29,05%	ns!CV = 10,51%	ns!CV = 5,05%	5%!CV = 6,09%	5%!CV = 23,78%	5%		

PROFUNDIDADE: 10-20cm

Ca	Mg	K	P	pH CaCl ₂	C	H			
CSE M 2,23 a	CSE A 1,20 a	CSE M 0,22 a	CSE A 76,67 a	CSE AM 4,40 a	CSE M 0,97 a	CSE M 3,60 a			
CME M 2,60 a	CME A 1,13 a	CME A 0,31 a	CME A 88,33 a	CME AE 4,27 a	CME M 1,27 a	CME A 5,13 b			
LLE M 3,00 a	LLE A 0,97 a	LLE M 0,20 a	LLE A 86,67 a	LLE AM 4,40 a	LLE A 2,73 c	LLE A 9,00 d			
LNE M 2,67 a	LNE A 1,07 a	LNE M 0,23 a	LNE A 44,00 a	LNE AM 4,53 a	LNE A 2,23 b	LNE A 7,73 c			
CV = 17,32%	ns!CV = 30,38%	ns!CV = 27,70%	ns!CV = 28,44%	ns!CV = 2,71%	ns!CV = 10,14%	5%!CV = 5,36%	5%		

cont.

Al	m	S	CTC	V	ATIV.ARG.(z)			
CSE M 0,70 a	CSE M 15,97 a	CSE M 3,65 a	CSE 7,95 a	CSE B 46 b	CSE 9,01 b			
CME M 0,77 a	CME M 16,50 a	CME M 4,04 a	CME 9,94 b	CME B 41 a	CME 10,09 b			
LLE M 0,70 a	LLE M 14,09 a	LLE M 4,27 a	LLE 13,97 c	LLE B 31 a	LLE 3,44 a			
LNE M 0,67 a	LNE M 15,05 a	LNE M 3,87 a	LNE 12,27 c	LNE B 31 a	LNE 5,47 ab			
CV = 10,23%	ns!CV = 26,88%	ns!CV = 12,07%	ns!CV = 5,95%	5%!CV = 6,82%	5%!CV = 29,52%	5%		

continua...

continuação

PROFUNDIDADE: 20-30cm

Ca	Mg	K	P	pH CaCl ₂	C	H
CSE M 2,17 a	CSE A 1,00 a	CSE M 0,19 a	CSE A 17,67 a	CSE AM 4,40 a	CSE B 0,80 a	CSE M 3,30 a
CME M 2,43 a	CME A 1,13 a	CME M 0,26 a	CME A 23,00 a	CME AE 4,30 a	CME M 0,97 a	CME A 4,07 a
LLE B 1,63 a	LLE A 0,93 a	LLE M 0,21 a	LLE A 39,33 a	LLE AE 4,13 a	LLE A 2,60 c	LLE A 8,93 c
LNE B 1,70 a	LNE A 0,83 a	LNE M 0,22 a	LNE A 43,33 a	LNE AE 4,27 a	LNE A 2,07 b	LNE A 8,03 b
CV = 16,75% ns	CV = 19,19% ns	CV = 25,10% ns	CV = 32,44% ns	CV = 2,24% ns	CV = 12,29% 5%	CV = 7,12% 5%

0 0 0 cont.

Al	m	S	CTC	V	ATIV.ARG (z)
CSE M 0,73 a	CSE M 18,23 a	CSE M 3,36 ab	CSE 7,32 a	CSE B 46 b	CSE 9,01 bc
CME M 0,70 a	CME M 15,39 a	CME M 3,83 b	CME 8,59 a	CME B 45 b	CME 9,95 c
LLE M 1,43 b	LLE A 34,13 b	LLE M 2,78 a	LLE 13,14 b	LLE MB 21 a	LLE 2,91 a
LNE M 1,20 b	LNE A 30,28 b	LNE M 2,78 a	LNE 12,02 b	LNE MB 23 a	LNE 6,58 b
CV = 16,01% 5%	CV = 18,59% 5%	CV = 11,16% 5%	CV = 5,69% 5%	CV = 8,07% 5%	CV = 13,59% 5%

MEDIA

Ca	Mg	K	P	pH CaCl ₂	C	H
CSE M 2,13 a	CSE A 1,10 a	CSE M 0,21 a	CSE A 42,00 a	CSE AE 4,37 a	CSE M 0,93 a	CSE M 3,47 a
CME M 2,47 a	CME A 1,13 a	CME M 0,29 a	CME A 56,67 a	CME AE 4,27 a	CME M 1,18 a	CME A 4,57 b
LLE M 2,33 a	LLE A 1,03 a	LLE M 0,21 a	LLE A 55,00 a	LLE AE 4,33 a	LLE A 2,69 c	LLE A 8,83 d
LNE M 2,23 a	LNE A 1,10 a	LNE M 0,25 a	LNE A 39,33 a	LNE AM 4,47 a	LNE A 2,17 b	LNE A 7,73 c
CV = 11,40% ns	CV = 15,65% ns	CV = 23,54% ns	CV = 19,54% ns	CV = 2,65% ns	CV = 9,37% ns	CV = 5,10% 5%

cont.

Al	m	S	CTCH	V	ATIV.ARG (z)
CSE M 0,70 a	CSE M 17,39 a	CSE M 3,43 a	CSE 7,60 a	CSE B 45 b	CSE 8,53 bc
CME M 0,80 a	CME M 16,48 a	CME M 3,88 a	CME 9,23 b	CME B 42 b	CME 9,35 c
LLE M 0,90 a	LLE A 20,94 a	LLE M 3,59 a	LLE 13,34 c	LLE B 27 a	LLE 2,55 a
LNE M 0,77 a	LNE M 18,61 a	LNE M 3,55 a	LNE 12,05 c	LNE B 29 a	LNE 5,64 ab
CV = 14,59% ns	CV = 21,24% ns	CV = 9,82% ns	CV = 4,81% 5%	CV = 5,99% 5%	CV = 18,75% 5%

a,b,c,d - médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

VZ (RAIJ, et al. (1985):

MB - muito baixo

B - baixo

Nutrientes, mg e S (OLEYNICK-1987):

A - alto

M - médio

B - baixo

pH (CaCl₂) - (OLEYNICK,1987):

AE = ac.elevada

AM = ac.média

Os teores de Al^{+++} trocável, saturação em alumínio (m%) e soma de bases (S), também não mostraram diferença estatística entre os quatro solos, com exceção apenas da profundidade de 20 a 30 cm, na qual o LNE e LLE apresentaram maiores teores em Al^{+++} e maiores valores em saturação com alumínio (m%) que o CME e CSE. Em relação a soma de bases, o CME apresentou maior valor que o LNE e LLE.

No entanto em todas as profundidades, todos os solos atingiram níveis médios de saturação de bases, (segundo RAIJ et al., 1985) e em quase todas as profundidades, praticamente todos os solos apresentaram teores médios em Al^{+++} e média saturação em alumínio a qual manteve-se quase sempre menor que 20%, valor citado por VILLAGARCIA et al. (1991) como causador de reduções drásticas de produção em muitas variedades de batata.

Excessão ocorreu no LLE na profundidade de 0 a 10 cm onde o teor de Al^{+++} é baixo e a saturação em alumínio na média das profundidades é alta.

Na profundidade de 20 a 30 cm para o LNE e LLE, a saturação em alumínio (m%) apresentou-se alta.

O caráter distrófico predominou em todos os solos em todas as profundidades uma vez que tanto o valor m% como o V% mantiveram-se menores que 50%.

O pH manteve-se igual estatisticamente em todos os solos e profundidades com exceção da profundidade de 0 a 10 cm onde diferiu significativamente entre o CME e o LNE com valores de 4,23 e 4,60 respectivamente enquadrando-se o

primeiro no nível de acidez elevado e o segundo em acidez média. BEUKEMA e van der ZAAG (1990) citam que a batata tolera solos ácidos.

As características químicas que apresentaram diferença significativa entre os solos em todas as profundidades, foram carbono (C), hidrogênio (H), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação de bases (V%) e atividade de argila (z).

Como não se conhecem os resultados analíticos dos solos antes de serem erodidos, não se pode afirmar que a erosão foi a responsável pela diferença no teor de carbono, H e CTC, hoje tão marcante entre os solos. Pode-se apenas sugerir que provavelmente ela tenha colaborado para tal. SADLER (1984) conclui que 48% dos solos cultivados com batata, numa região do Canadá, apresentavam evidências de perda de matéria orgânica.

O comportamento do C foi o mesmo em todas as profundidades sendo que seus teores foram se elevando na seguinte sequência CSE < CME < LNE < LLE. No entanto não ocorreu diferença significativa entre o CSE e CME tendo ambos apresentado teores médios.

Outros autores também encontraram diferenças pequenas de carbono em solos com graus variados de erosão. FRYE et al. (1982), detectaram diferenças de apenas 0,2 a 0,4% nos teores de carbono comparando Alfissolos moderadamente erodidos e não erodidos. NIZEYIMANA e OLSON (1988) registraram dentro de uma mesma classe de solo, diferença de 0,1% de C, entre os níveis de erosão moderado e severo. Tal diferença embora significativa estatisticamente pode ser considerada pequena

numericamente. Entretanto, repara-se que em termos de valor absoluto (TABELA-7), houve uma tendência do CSE apresentar menores quantidades que o CME. Esta diferença foi de 21%, 24%, 18% e 21% nas profundidades de 0 a 10cm, 10 a 20cm, 20 a 30cm e na média, respectivamente.

A análise dos teores de C nos perfis de solo representativos das parcelas, revela diferenças mais significativas. O CSE (PERFIL-1) apresentou 43% menos carbono que o CME (PERFIL-2) na profundidade de 0 a 12 cm.

No caso dos LATOSSOLOS, onde os teores foram altos e os valores aproximadamente o dobro do ocorrido nos CAMBISSOLOS, deu-se o oposto, sendo que os menores valores de C, ocorreram no LNE justamente o solo com nível de erosão menor. (TABELA-7 e PERFIS 3 e 4).

O hidrogênio (H) também teve o mesmo comportamento nas profundidades de 0-10, 10 a 20 e na média das profundidades, tendo apresentado diferença significativa entre os quatro solos, ou seja, ocorreu diferença tanto entre as classes de solo como entre as fases de erosão dentro da mesma classe. Somente na profundidade de 20 a 30 cm não houve diferença significativa entre o CSE e CME.

A mesma sequência crescente de solos observada com relação aos teores de C foi obtida com referência ao H. Assim o CSE mostrou o menor valor de H o qual também foi significativamente menor que no CME. Os níveis de H mantiveram-se médios no CSE e altos no CME, LNE e LLE em todas as profundidades.

No LLE foram notados os valores mais elevados de H, inclusive maiores que os encontrados no LNE. Porém pelo fato deste conter menos matéria orgânica que o primeiro, além de pH mais alto, é coerente que seus teores em H sejam menores, uma vez que este elemento é um dos principais componentes da matéria orgânica, conforme já citado.

O comportamento da capacidade de troca de cátions (CTC) também foi equivalente em todas as profundidades, inclusive nos valores médios entre elas com exceção novamente para a profundidade de 20 a 30 cm.

A sequência dos solos em termos de CTC repetiu a mesma ordem obtida para o C e o H, pois a mesma é muito influenciada pela quantidade de matéria orgânica. Em todas as profundidades os CAMBISSOLOS apresentaram menores valores de CTC que os LATOSSOLOS, em função de apresentarem menor quantidade de matéria orgânica. O CSE teve CTC significativamente menor que o CME. Em ambos a CTC foi também significativamente menor que no LNE e LLE, sendo que entre estes não houve diferença considerável.

Em termos de saturação de bases (V%) a diferença ocorreu apenas entre os tipos de solos e não entre fases de erosão, tanto nas três profundidades abordadas quanto na média entre elas, embora em todos os solos ela tenha apresentado valores inferiores aos recomendados por RAIJ et al. (1985) para a batata.

Em nenhum dos quatro solos estudados e em nenhuma das profundidades amostradas a saturação de bases foi maior que 50% e que nos LATOSSOLOS, em alguns casos ela não chegou nem

em 30% (TABELA-7) o que é a metade do valor recomendado por RAIJ et al. (1985). A saturação de bases foi baixa em todos os solos e profundidades, exceto para os LATOSSOLOS onde ela enquadrou-se em muito baixa na profundidade de 20 a 30 cm.

Ainda na profundidade de 20 a 30 cm houveram diferenças nos teores de carbono, hidrogênio, alumínio trocável, saturação com alumínio, soma de bases, capacidade de troca de cátions e saturação de bases. Estas diferenças foram significativas, com excessão da soma de bases, apenas entre os tipos de solos e não entre as distintas fases de erosão dentro da mesma classe de solo.

Pelo fato do sistema radicular da batata ter explorado provavelmente muito mais os primeiros 20 cm de solo, supôs-se que as citadas diferenças presentes na profundidade de 20 a 30 cm, influenciaram menos os resultados de produção, do que as camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm.

4.2.3.2 Micronutrientes disponíveis

A TABELA-8 contém os teores de Cu, Zn, Fe e Mn para cada um dos quatro solos estudados em três profundidades. Não houve diferença nos teores de cobre e zinco entre os solos em nenhuma das três profundidades, embora na média, os teores de Zn tenham-se apresentado significativa-mente diferentes entre o CSE e CME tendo quase dobrado neste último.

Em todos os solos os teores de Cu e Zn disponíveis, apresentaram-se superiores aos encontrados por outros autores (LOPES, 1984 e COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC, 1989).

TABELA 8 - TEORES DE MICRONUTRIENTES DISPONÍVEIS POR TIPO DE SOLO EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE

PROFUND.	Cu ppm		Fe ppm		Mn ppm		Zn ppm	
0 - 10	CSE - 17 a	ns	CSE - 268 a	5%	CSE - 1.035 b	5%	CSE - 32 a	ns
	CME - 20 a		CME - 246 a		CME - 1.847 c		CME - 44 a	
	LLE - 22 a	cv=	LLE - 1.538 b		LLE - 69 a		LLE - 31 a	
	LNE - 23 a	23,68	LNE - 3.509 c	27,14	LNE - 377 a	23,81	LNE - 33 a	48,03
10 - 20	CSE - 17 a	ns	CSE - 350 a	5%	CSE - 1.097 b	5%	CSE - 19 a	ns
	CME - 35 a		CME - 252 a		CME - 1.908 c		CME - 52 a	
	LLE - 24 a		LLE - 1.936 b		LLE - 71 a		LLE - 32 a	
	LNE - 21 a	29,70	LNE - 3.147 c	29,64	LNE - 162 a	24,21	LNE - 32 a	35,14
20 - 30	CSE - 17 a	ns	CSE - 235 a	5%	CSE - 980 b	5%	CSE - 23 a	ns
	CME - 21 a		CME - 257 a		CME - 1.389 b		CME - 37 a	
	LLE - 26 a		LLE - 2.203 b		LLE - 71 a		LLE - 33 a	
	LNE - 18 a	26,46	LNE - 3.207 c	18,24	LNE - 173 a	34,48	LNE - 33 a	21,23
MEDIA	CSE - 17 a	ns	CSE - 284 a	5%	CSE - 1.037 b	5%	CSE - 24 a	5%
	CME - 25 a		CME - 252 a		CME - 1.715 c		CME - 45 b	
	LLE - 24 a		LLE - 1.892 b		LLE - 70 a		LLE - 32 ab	5%
	LNE - 21 a	17,17	LNE - 3.288 c	19,08	LNE - 237 a	22,66	LNE - 33 ab	17,82

a,b,c - médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

No entanto, comparando com MALAVOLTA (1980), os níveis de Zn estão dentro dos teores encontrados nos solos brasileiros com exceção do CME na profundidade de 10 a 20cm.

Os teores de Fe e Mn também encontram-se muito mais elevados que os citados pela literatura (LOPES, 1984 no caso de Fe e Mn e MALAVOLTA, 1980 no caso do Mn). Excessão se dá apenas no LLE onde em todas as profundidades os teores de Mn estão dentro das quantidades encontrados por MALAVOLTA (1980) e LOPES (1984).

O manganês por sua vez, foi significativamente diferente entre o CSE e CME e estatisticamente igual entre o LNE e LLE, com excessão da camada de 20 a 30cm onde só houve

diferença entre classes de solos e não entre as diferentes fases de erosão dentro do mesmo tipo de solo.

Em todas as profundidades os teores de Mn no CME foram superiores aos do CSE superando este em 678 ppm (40%) nos teores médios entre as três profundidades.

4.2.4 Características Físicas

4.2.4.1 Textura

Houve diferença significativa entre os solos nos teores de argila, silte, areia e relação silte/argila em todas as profundidades e também na média das mesmas (TABELA 9).

Os coeficientes de variação destes dados, também em todas as profundidades, mantiveram-se sempre menores que 9%, o que significa que a variancia é pequena e a precisão é boa.

Em todas as camadas, todos os solos se enquadram na classe textural argila com excessão do CSE nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, onde ele se enquadra na classe textural franco-argilosa. Este fato é importante pois embora a diferença numérica nos teores tenha causado diferença estatística, não foi suficiente para fazer com que os solos mudassem de classe textural. Esta similaridade textural a despeito da variação estatística, mostra que pedologicamente há uma homogeneidade granulométrica a qual sendo analisada isoladamente reflete que os solos podem apresentar comportamento similar em muitos aspectos, sob o ponto de vista exclusivamente textural, quando utilizados.

TABELA 9 - PROPRIEDADES FISICAS DOS SOLOS EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE.

PROFUND.	ARGILA	SILTE	AREIA	SIL/ARG	ARG DISP
0 - 10	CSE - 38 a	CSE - 22 b	CSE - 40 ab	CSE - 0,58 c	CSE - 25 a ns
	CME - 41 b	CME - 21 b	CME - 38 a	CME - 0,50 c	CME - 27 a
	LLE - 47 c	LLE - 14 a	LLE - 39 a	LLE - 0,29 a	LLE - 17 a
	LNE - 41 b	LNE - 16 a	LNE - 43 b	LNE - 0,39 b	LNE - 16 a
	* = 2,39	6,36	3,23	7,22	26,89
10 - 20	ARGILA	SILTE	AREIA	SIL/ARG	ARG DISP
	CSE - 40 a	CSE - 21 b	CSE - 39 a	CSE - 0,53 c	CSE - 27 b
	CME - 42 a	CME - 21 b	CME - 37 a	CME - 0,49 bc	CME - 26 b
	LLE - 48 b	LLE - 14 a	LLE - 38 a	LLE - 0,29 a	LLE - 19 ab
	LNE - 41 a	LNE - 16 a	LNE - 43 b	LNE - 0,41 b	LNE - 12 a
	2,71	7,78	2,55	8,73	18,86
20 - 30	ARGILA	SILTE	AREIA	SIL/ARG	ARG DISP
	CSE - 41 a	CSE - 22 b	CSE - 37 a	CSE - 0,53 c	CSE - 28 a ns
	CME - 43 a	CME - 21 b	CME - 36 a	CME - 0,50 c	CME - 30 a
	LLE - 49 b	LLE - 14 a	LLE - 37 a	LLE - 0,28 a	LLE - 15 a
	LNE - 41 a	LNE - 15 a	LNE - 43 b	LNE - 0,37 b	LNE - 16 a
	2,64	4,49	3,71	5,36	57,83
MEDIA	ARGILA	SILTE	AREIA	SIL/ARG	ARG DISP
	CSE - 40 a	CSE - 22 b	CSE - 38 a	CSE - 0,55 c	CSE - 24 a ns
	CME - 42 a	CME - 21 b	CME - 37 a	CME - 0,50 c	CME - 28 a
	LLE - 48 b	LLE - 14 a	LLE - 38 a	LLE - 0,29 a	LLE - 17 a
	LNE - 41 a	LNE - 16 a	LNE - 43 b	LNE - 0,39 b	LNE - 15 a
	2,20	5,06	2,64	5,79	29,99

a,b,c - médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra são estatisticamente iguais a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

* - coeficientes de variação

Em termos de argila dispersa em água (TABELA-9) só houve diferença estatística na profundidade de 10 a 20 cm entre o LNE e CME e entre o LNE e CSE, não tendo ocorrido variação

entre os dois LATOSSOLOS nem entre os dois CAMBISSOLOS. Nas demais profundidades, inclusive na média entre as três profundidades, não houve nenhuma diferença considerável. Porém, em valores absolutos, os LATOSSOLOS sempre apresentaram 1,6 vezes menos argila dispersa em água que os CAMBISSOLOS, o que equivale a 62% aproximadamente (TABELA 9), e é uma condição mais favorável em termos de estrutura. Ao contrário do que se esperava, não houve diferença entre o LNE e LLE e principalmente entre o CSE e CME. Entretanto, comparando o CSE (PERFIL-1) com o CME (PERFIL-2), nota-se que houve uma diminuição de 40% no grau de floculação do primeiro para o segundo, mesmo não tendo ocorrido diferença nas porcentagens de argila dispersa.

4.2.4.2 Porosidade total

Os CAMBISSOLOS apresentaram menores valores absolutos de porosidade total que os LATOSSOLOS, com exceção na profundidade de 5 a 15 cm, sendo que o LLE foi significativamente o mais poroso de todos até os 35 cm. apresentando também maior porosidade em valor absoluto na profundidade de 35 a 45 cm (FIGURA-3 e ANEXO-IV).

Nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 15 cm não houve diferença entre o CME e CSE sendo que nas outras três camadas o CSE foi significativamente o mais poroso dos dois a despeito de ser o mais erodido.

Na profundidade de 5 a 15 cm (FIGURA 3), a porosidade total atinge os menores valores no LLE, LNE e CSE, enquanto no CME ela atinge o mínimo na profundidade de 15 a 25 cm.

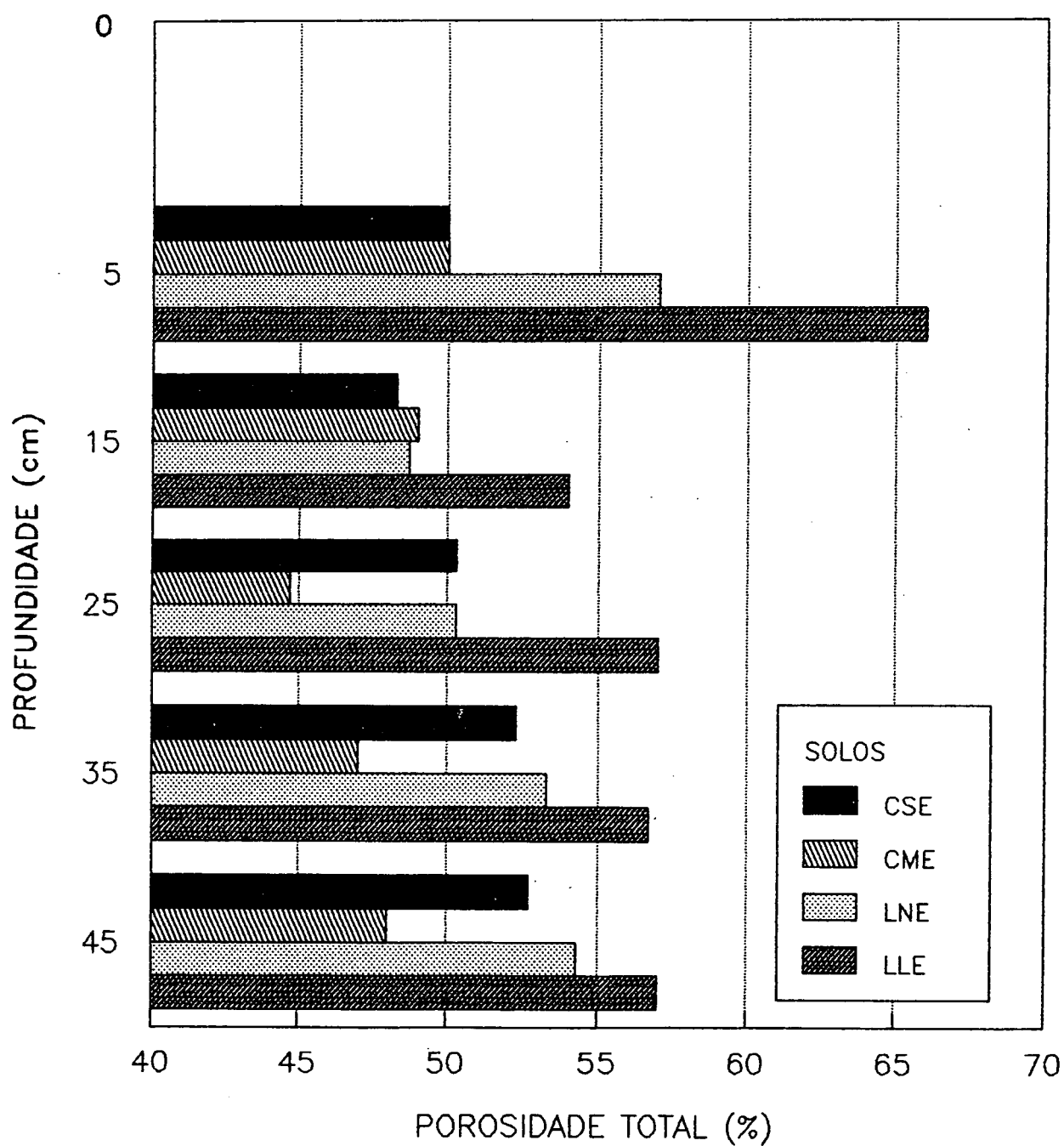


Figura 3 –
POROSIDADE TOTAL POR CLASSES
DE SOLO E PROFUNDIDADE

Interessante reparar que ha uma redução de 9 a 12% na porosidade total do LNE e LLE respectivamente, quando se passa da camada de 0 a 5 cm para 5 a 15 cm, enquanto nos CAMBISSOLOS tal diminuição é de apenas 2%.

4.2.4.3 Macroporosidade

Os LATOSSOLOS sempre apresentaram mais macroporos que os CAMBISSOLOS e apesar de só ter ocorrido diferença significativa entre os LATOSSOLOS na profundidade de 15 a 25 cm os valores absolutos do LLE foram superiores aos do LNE em todas as profundidades (FIGURA-4 e ANEXO-IV).

Com excessão da última profundidade também não houve diferença entre o CSE e CME embora em valor absoluto em 4 das 5 profundidades, o primeiro apresentou maior porcentagem de macroporos.

Importante é notar a brusca redução, principalmente nos LATOSSOLOS, na macroporosidade na camada de 5 a 15 cm. Perceba-se que a partir dos 15 cm as diferenças na macroporosidade são menores.

A redução na porcentagem de macroporos da camada de 0 a 5 cm para a de 5 a 15 cm foi de 71%, 48%, 72% e 76% no CME, CSE, LNE e LLE respectivamente, indicando que no CSE que é o mais erodido a alteração foi menor, possivelmente em função da maior homogeneidade em suas características nas duas profundidades citadas, devido a ausência do horizonte A original.

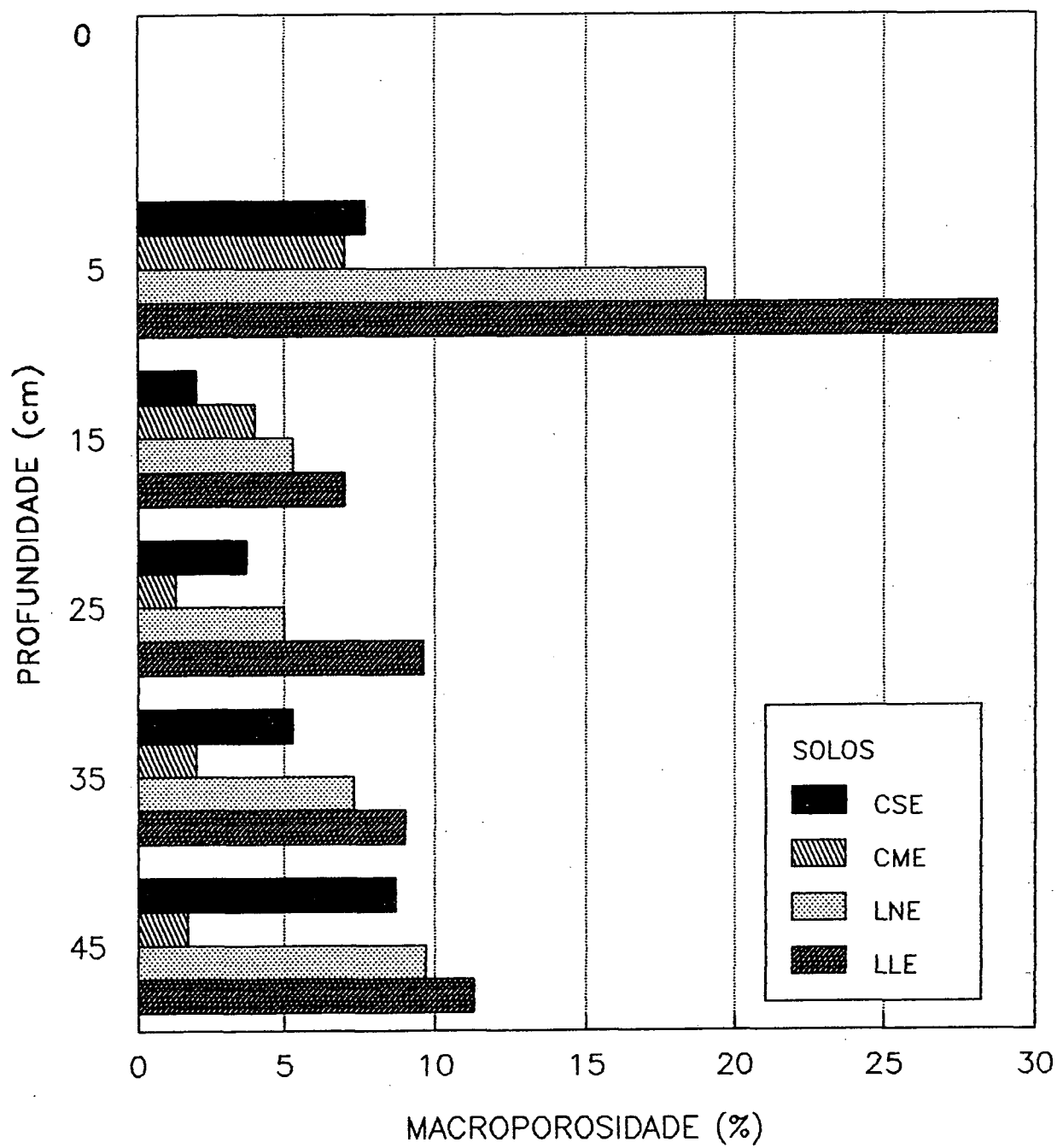


Figura 4 -
MACROPOROSIDADE POR CLASSES
DE SOLO E PROFUNDIDADE

4.2.4.4 Microporosidade

Todos os solos apresentaram porcentagens de microporos bem maiores do que de macroporos em todas as profundidades (FIGURA-5 e ANEXO-IV).

Nas profundidades de 25 a 35 cm e 35 a 45 cm não houve nenhuma diferença significativa entre os quatro solos.

Na primeira camada estudada não houve diferença entre os LATOSSOLOS nem entre os CAMBISSOLOS mas sim entre as duas classes de solo, apresentando os CAMBISSOLOS 5% mais microporosidade.

Na profundidade de 5 a 15 cm houve diferença significativa entre o LNE e LLE, sendo que o último superou o anterior em 4%.

Por sua vez o CSE apresentou um incremento de 4% em microporosidade da primeira para a segunda camada.

Finalmente na profundidade de 15 a 25 cm a diferença estatística se deu entre o CSE e CME e CSE e LLE.

O LLE continua apresentando as maiores porcentagens de microporos enquanto o LNE, pelo menos em valor absoluto, apresenta menor porcentagem de microporos que o CSE inclusive.

Chama também a atenção o fato do CSE ser superior ao CME em microporos nas profundidades de 5 a 15 e 15 a 25 cm.

Isto pode estar associado a presença de horizonte Bip na superfície do CSE, o qual por ser mais consistente e ter menor grau de desenvolvimento de estrutura que o BiAp presente no CME, apresenta maior quantidade de microporos e menor em macroporos.

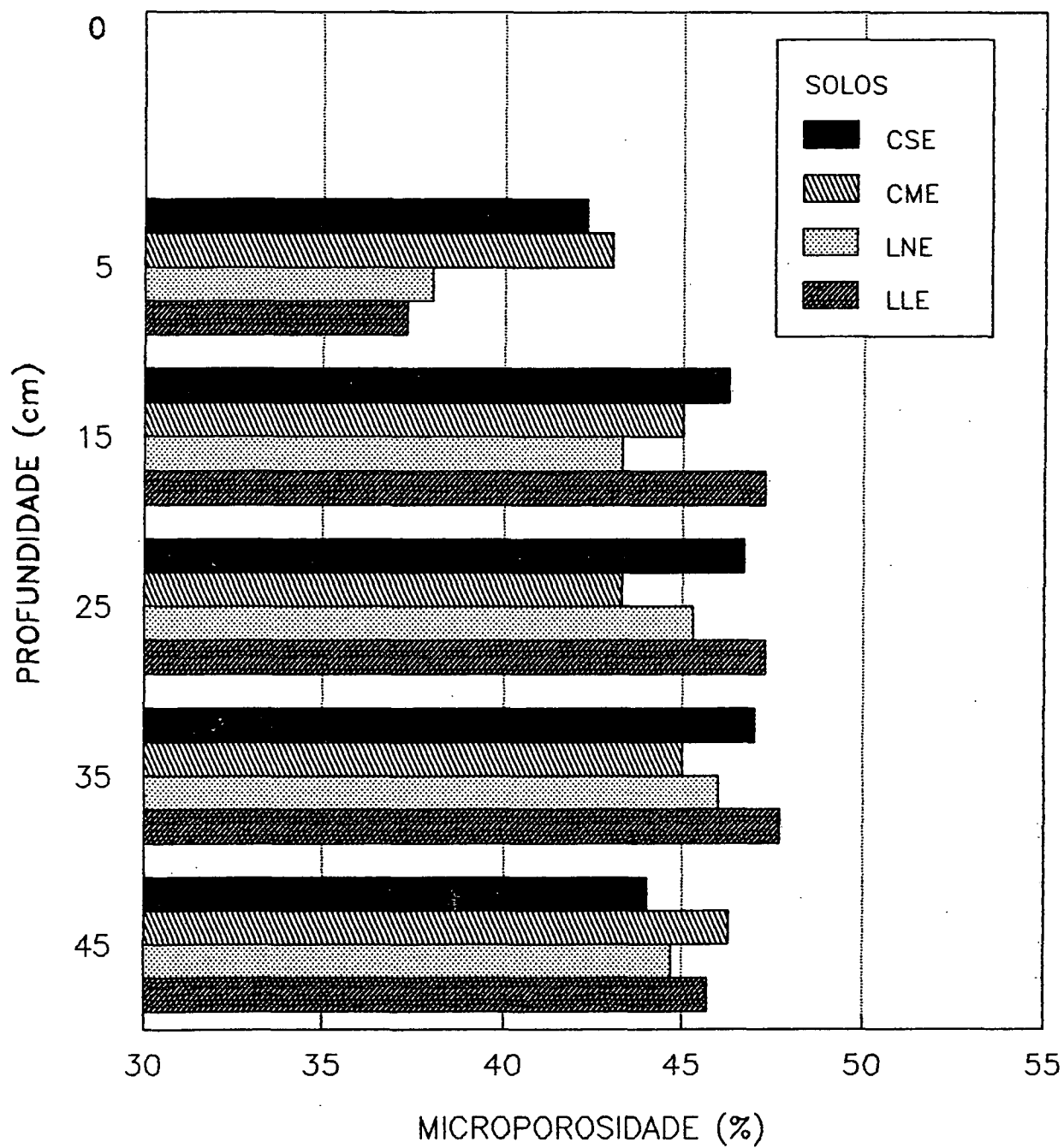


Figura 5 –
MICROPOROSIDADE POR CLASSES
DE SOLO E PROFUNDIDADE

4.2.4.5 Densidade do solo

Segundo parâmetros dos ESTADOS UNIDOS (1975), em todos os solos em questão os valores de densidades estão abaixo dos considerados limitantes.

Em todas as profundidades o LLE foi o que apresentou a menor densidade, enquanto no CME nas três últimas, foi onde ela atingiu os maiores valores, sendo superior ao primeiro em aproximadamente 21% em média (FIGURA-6 e ANEXO-IV). Nas três primeiras camadas o LLE foi significativamente inferior ao LNE igualando-se a este nas demais, enquanto o CSE foi significativamente inferior ao CME nas profundidades de 15 a 25 cm.

4.2.4.6 Porosidade de aeração

Houve diferença significativa na porosidade de aeração determinada no laboratório entre os quatro solos, em todas as tensões de água no solo e praticamente em todas as profundidades analisadas (ANEXO-V).

Os dois LATOSSOLOS com exceção apenas na tensão de 1500 KPa na profundidade de 0 a 5cm, apresentaram maior porosidade de aeração que os CAMBISSOLOS. Aliás isto repetiu-se em praticamente todas as tensões e profundidades.

Chama a atenção a drástica redução da porosidade de aeração, nos LATOSSOLOS, da camada superior (0-5cm) para as mais profundas.

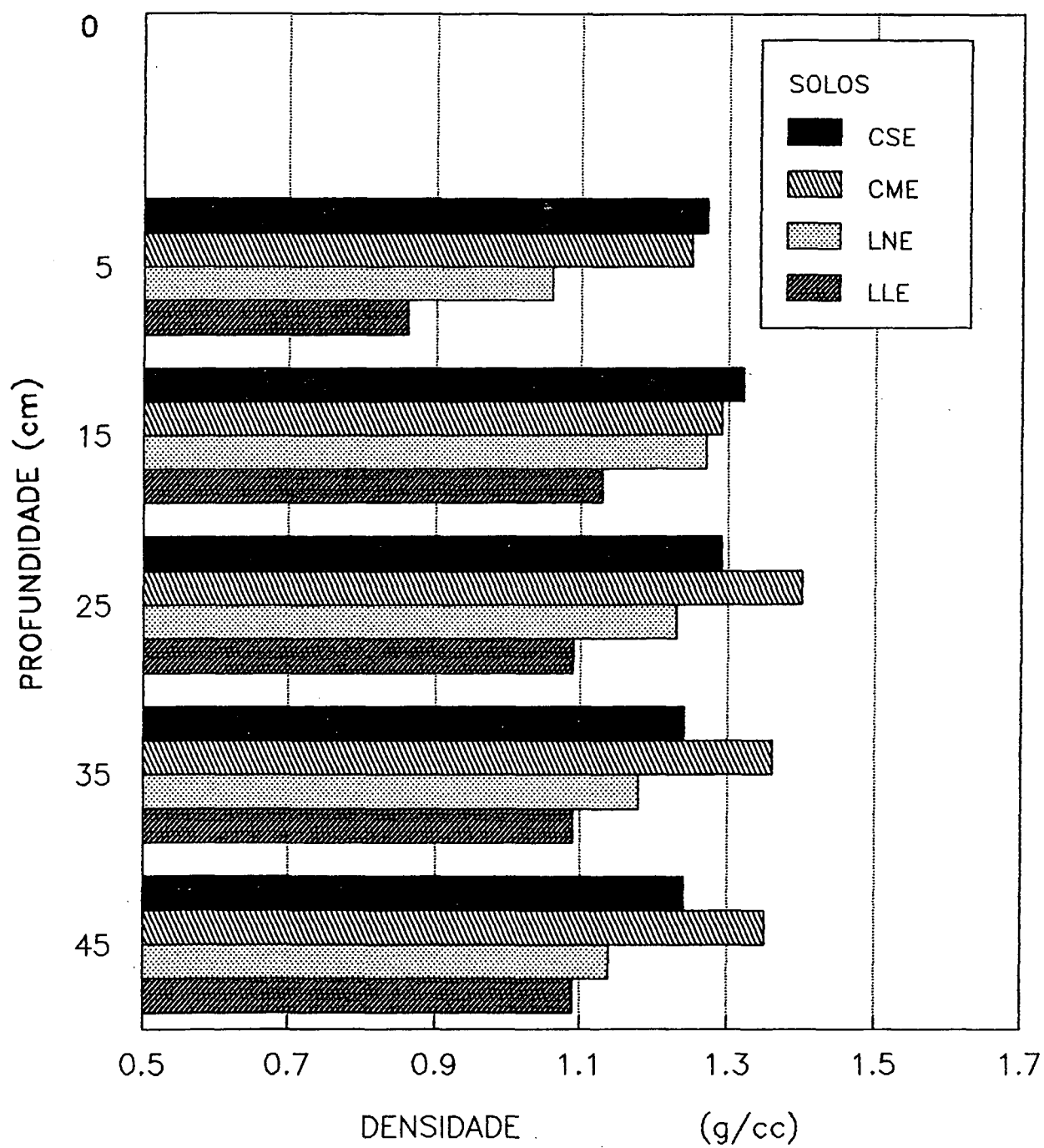


Figura 6 –
DENSIDADE DOS SOLOS EM PROFUNDIDADE

Em todas as tensões o LLE foi o mais poroso (ANEXO-V), enquanto o CSE na profundidade de 5 a 15 cm (FIGURA-7), mostrou menores porosidades de aeração. Nas demais profundidades o menos poroso foi o CME.

É importante ressaltar que nas tensões de 6 a 100 KPa na profundidade de 5 a 15cm, os CAMBISSOLOS apresentaram porosidade de aeração < 10%.

Este valor é tido como o mínimo necessário para a raiz poder respirar efetivamente (PIERCE, 1983 e REUST e NEYROUD, 1985).

A explicação para a batata ter atingido a produção obtida apesar da reduzida aeração, pode estar em sua alta capacidade de absorção de O_2 , a qual é superior as demais culturas (BUSHNELL, 1956a).

O CME só atingiu porosidade de aeração > 10%, na camada de 5 a 15cm, quando a tensão de água no solo era elevada, de modo que a aeração foi de 13.1 e 14.1% somente nas tensões de 500 e 1500 KPa. No CSE a porosidade de aeração foi de 10,6 e 11,4% respectivamente nas duas tensões citadas.

4.2.4.7 Resistência a penetração determinada de 5 em 5cm

A FIGURA-8, proveniente dos valores do ANEXO-VI.A, contém os valores de resistência a penetração em KPa, a intervalos de 5 em 5 cm para os quatro solos até 60 cm.

Os teores de umidade na ocasião do uso do penetrômetro, obtidos por gravimetria (ANEXO-VI.B), apresentaram-se homogêneos, ou seja, sem diferenças significativas em praticamente todas as profundidades

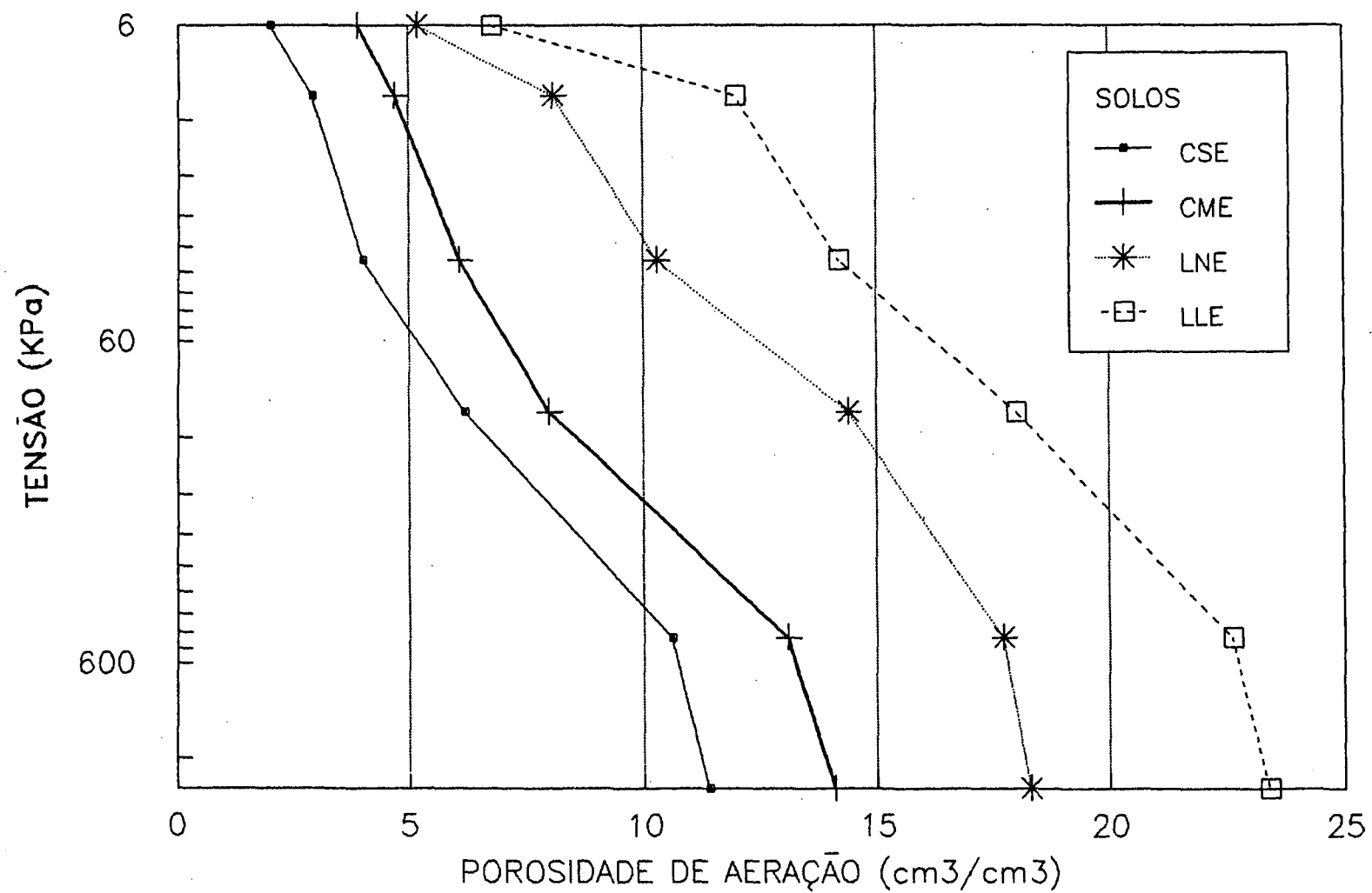


Figura 7 - RELAÇÃO ENTRE POROSIDADE DE AERAÇÃO E TENSÃO DE ÁGUA POR CLASSES DE SOLO NA PROFUNDIDADE DE 5 A 15 cm

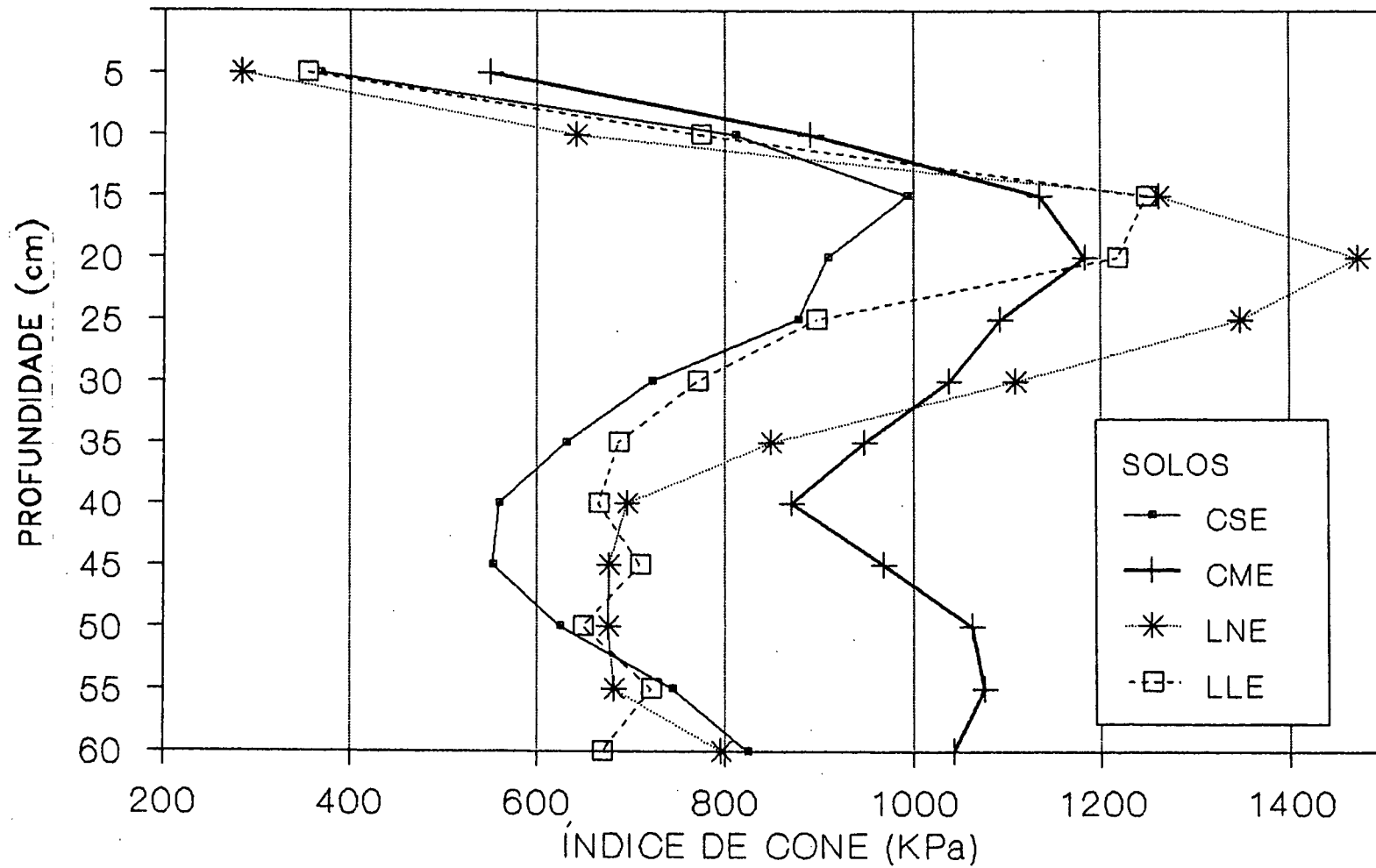


Figura 8 -
RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO POR
CLASSES DE SOLO E PROFUNDIDADE

inclusive nas camadas mais adensadas (10 a 15 e 15 a 20 cm). Isto indica que as diferenças na resistência à penetração não foram influenciadas ou mascaradas por diferenças nas porcentagem de umidade gravimétrica. A umidade volumétrica, no entanto, apresentou-se menos homogênea. O LLE que apresentou menor porcentagem de umidade volumétrica que o CSE na profundidade de 10 a 15 cm, mostrou-se mais resistente a penetração que este (na referida camada).

A FIGURA-8 indica que no CSE e LLE a camada de maior resistência a penetração está localizada na profundidade de 10 a 15 cm, enquanto no CME e LNE a mesma situa-se na profundidade de 15 a 20 cm. Percebe-se ainda que os LATOSSOLOS apresentam maior resistência a penetração que os CAMBISSOLOS nas duas profundidades referidas acima, em termos de valores absolutos, enquanto nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm, os CAMBISSOLOS é que mostram maior resistência. Isto provavelmente ocorreu, em função dos LATOSSOLOS terem sido submetidos a um manejo mais avançado, no qual o uso de maquinário foi mais intensivo (ANEXO II).

Nota-se que o CME foi o que mostrou os maiores valores de resistência a penetração de todos os solos nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm, ocorrendo o oposto com o LNE, enquanto nas profundidades de 10 a 20 cm o LNE é que apresentou maior resistência e o CSE a menor. Não se deve deixar de considerar que na camada de 0 a 5 cm a variação de tamanho e consistência dos torrões era muito grande o que provavelmente refletiu-se nas maiores diferenças de resistência a penetração.

Em nenhum dos solos, em nenhuma profundidade, a resistência a penetração esteve maior que 2.550 KPa (valor considerado limitante para a penetração das raízes da maioria das culturas, segundo TAYLOR e BURNETT, 1964) ou maior que 1.500 KPa o que causa uma redução de 50% no crescimento radicular do milho (BOONE e VEEN, 1982).

Além disto, acima da camada mais adensada dos LATOSSOLOS, ocorrem camadas com valores de resistência a penetração menores que na superfície dos CAMBISSOLOS (ANEXO-VI). Provavelmente foi nestas camadas mais soltas que a maioria dos tubérculos desenvolveu-se.

4.2.4.8 Curvas de retenção de água no solo

O ANEXO-VII, deixa evidente que em praticamente todas as tensões houve diferença estatística entre os 4 solos nas porcentagens de retenção de água, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 15 e 35 a 45cm.

Entretanto, a quantidade de água retida a tensões menores que 100 KPa, geralmente foi superior a 40% em todas as profundidades. HSIEH et al. (1972) dizem que é desejável o máximo volume de água retido a tensões inferiores a 100 KPa.

Na profundidade de 5 a 15 cm não ocorreu diferença entre os dois LATOSSOLOS nem entre os dois CAMBISSOLOS mas nos primeiros a capacidade de retenção de água foi significativamente menor nas tensões de 100, 500 e 1500 KPa.

Comparando entretanto o CME e CSE, percebe-se que na profundidade de 0 a 5cm, em todas as tensões, o primeiro apresentou maiores quantidade de água retida. Este resultado

está de acordo com o encontrado por NIZEYIMANA e OLSON (1988) que registraram maior capacidade total de armazenar água em solos moderadamente erodidos que em solos severamente erodidos.

Ainda na profundidade de 0 a 5 cm a capacidade de retenção de água em todas as tensões também foi maior no LNE do que no LLE. Na profundidade seguinte (5 a 15 cm), o comportamento é inverso, de modo que agora são as fases mais intensas de erosão, dentro da mesma classe, que apresentam maior capacidade de retenção de água, tomando os solos, (com exceção para a tensão de 6 KPa), a seguinte sequência: LNE < LLE < CME < CSE.

De uma maneira geral os LATOSSOLOS apresentaram menor capacidade de retenção de água que os CAMBISSOLOS. Confrontando-se estas duas classes, percebe-se que nos LATOSSOLOS onde os teores de carbono são maiores a quantidade de água retida é geralmente menor. ABRAO (1977) também encontrou correlação negativa entre quantidade de matéria orgânica e volume de água retida.

As FIGURAS 9 a 13 ilustram as diferenças na retenção de água entre os solos nas várias profundidades analisadas.

4.2.4.9 Água facilmente disponível (10 a 100 KPa)

Em todas as profundidades, os LATOSSOLOS apresentaram mais água facilmente disponível que os CAMBISSOLOS (FIGURA-14 e ANEXO-VIII). Isto é mais um indicador que a estrutura nos LATOSSOLOS é mais favorável. Além disto, os CAMBISSOLOS que

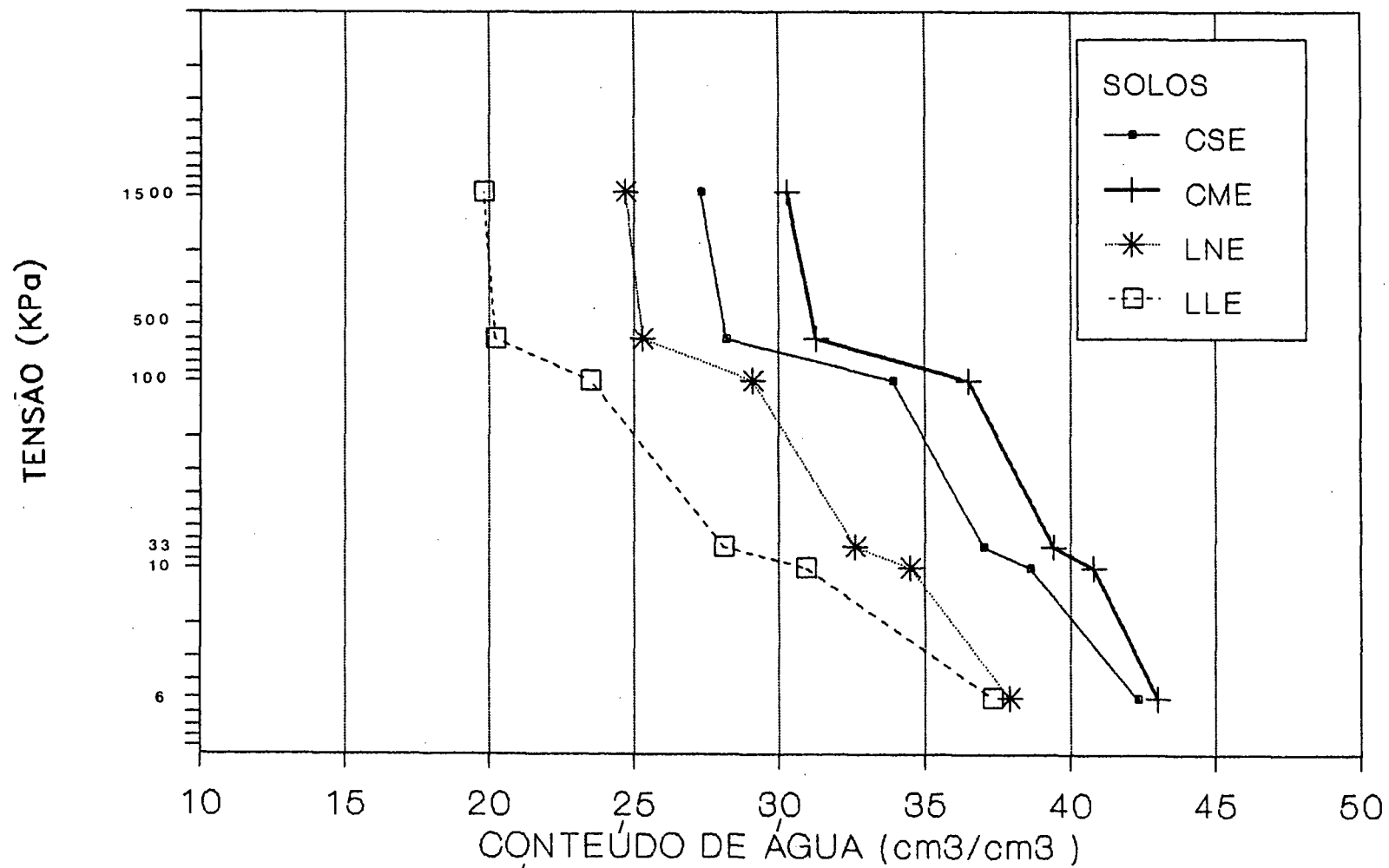


Figura 9 - CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA
NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA
PROFUNDIDADE DE 0 a 5 cm

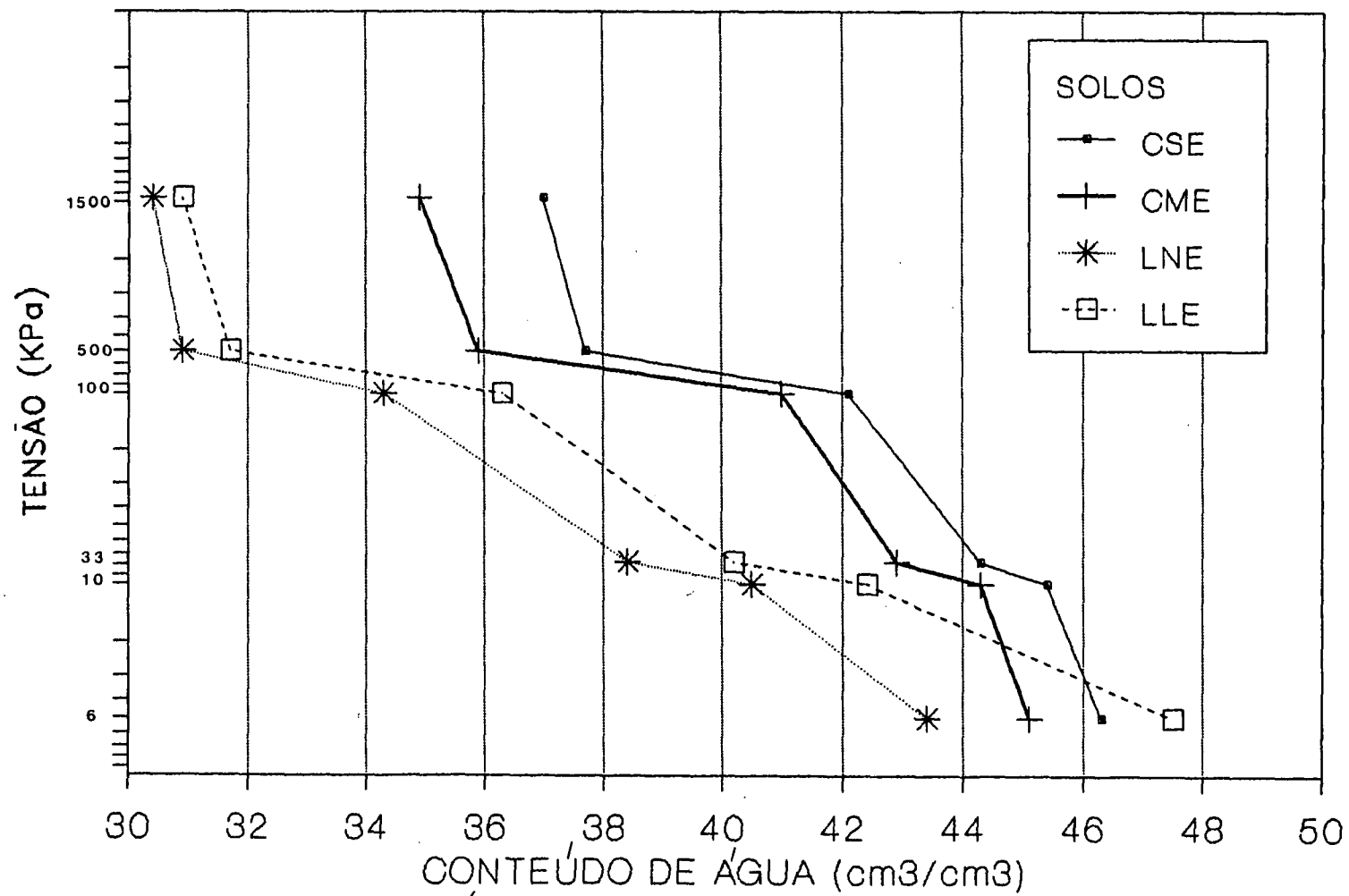


Figura 10 - CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA
NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA
PROFUNDIDADE DE 5 a 15 cm

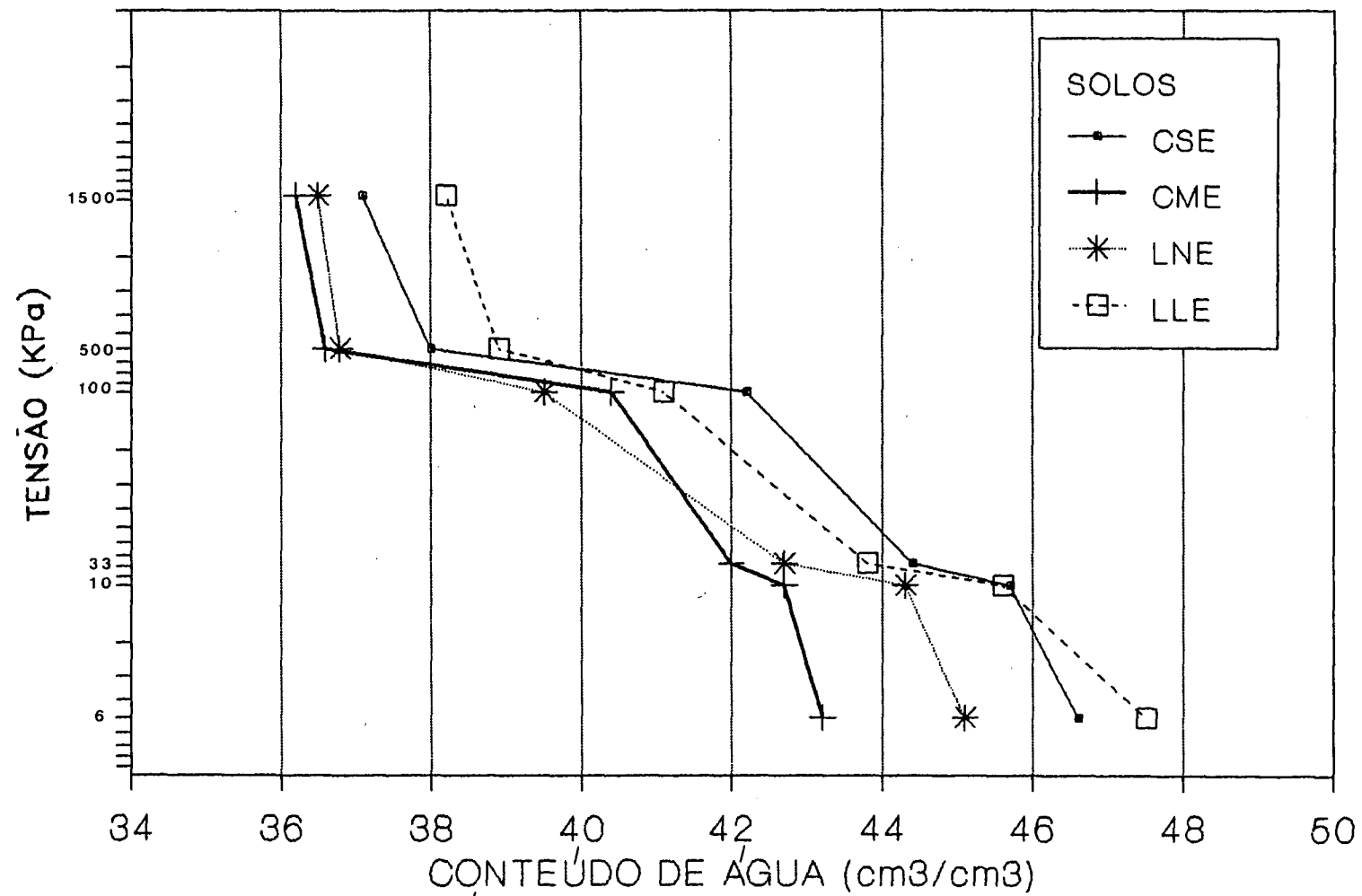


Figura 11 - CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA
NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA
PROFUNDIDADE DE 15 a 25 cm

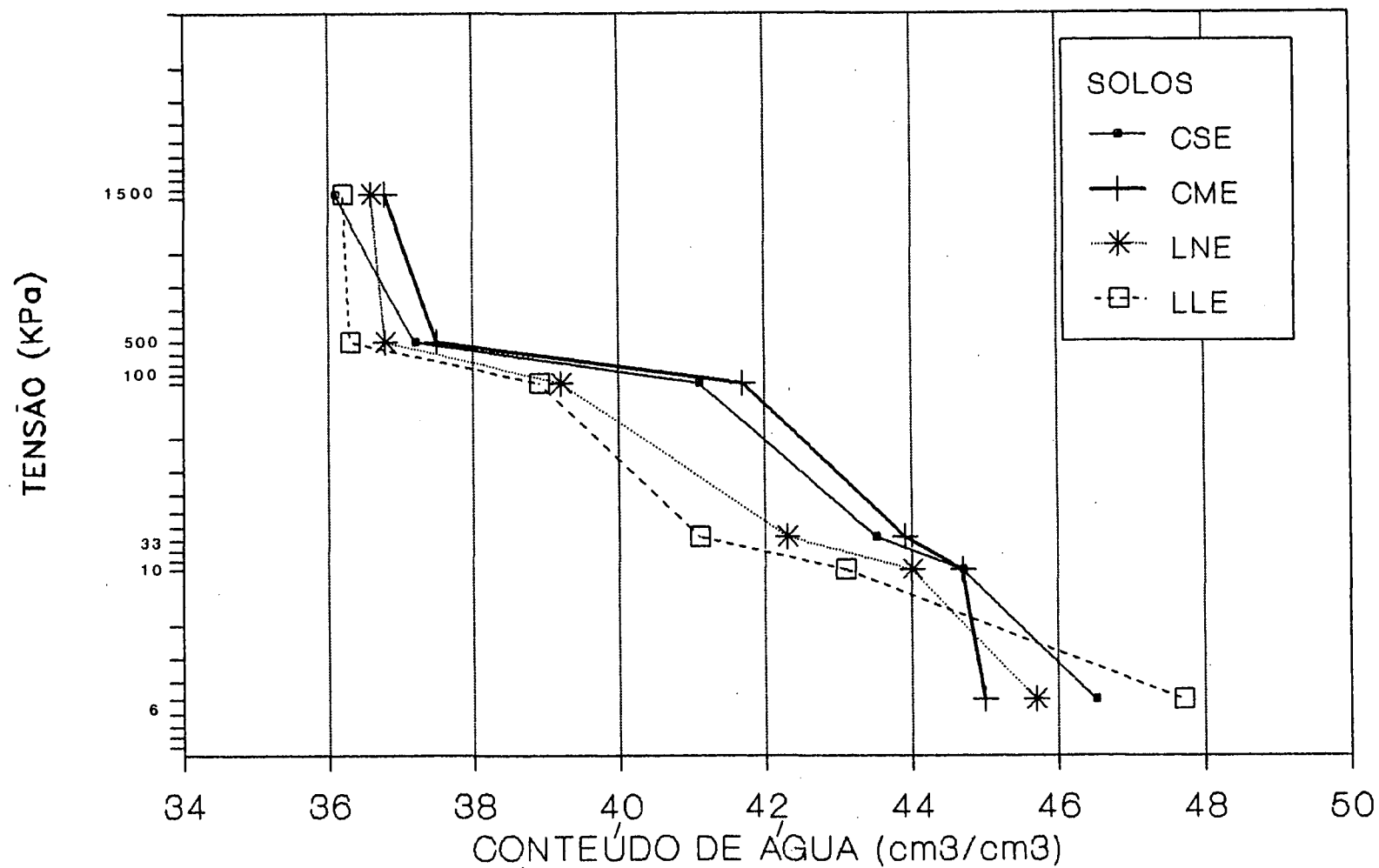


Figura 12 - CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA
NO SOLO POR CLASSES DE SOLO NA
PROFUNDIDADE DE 25 a 35 cm

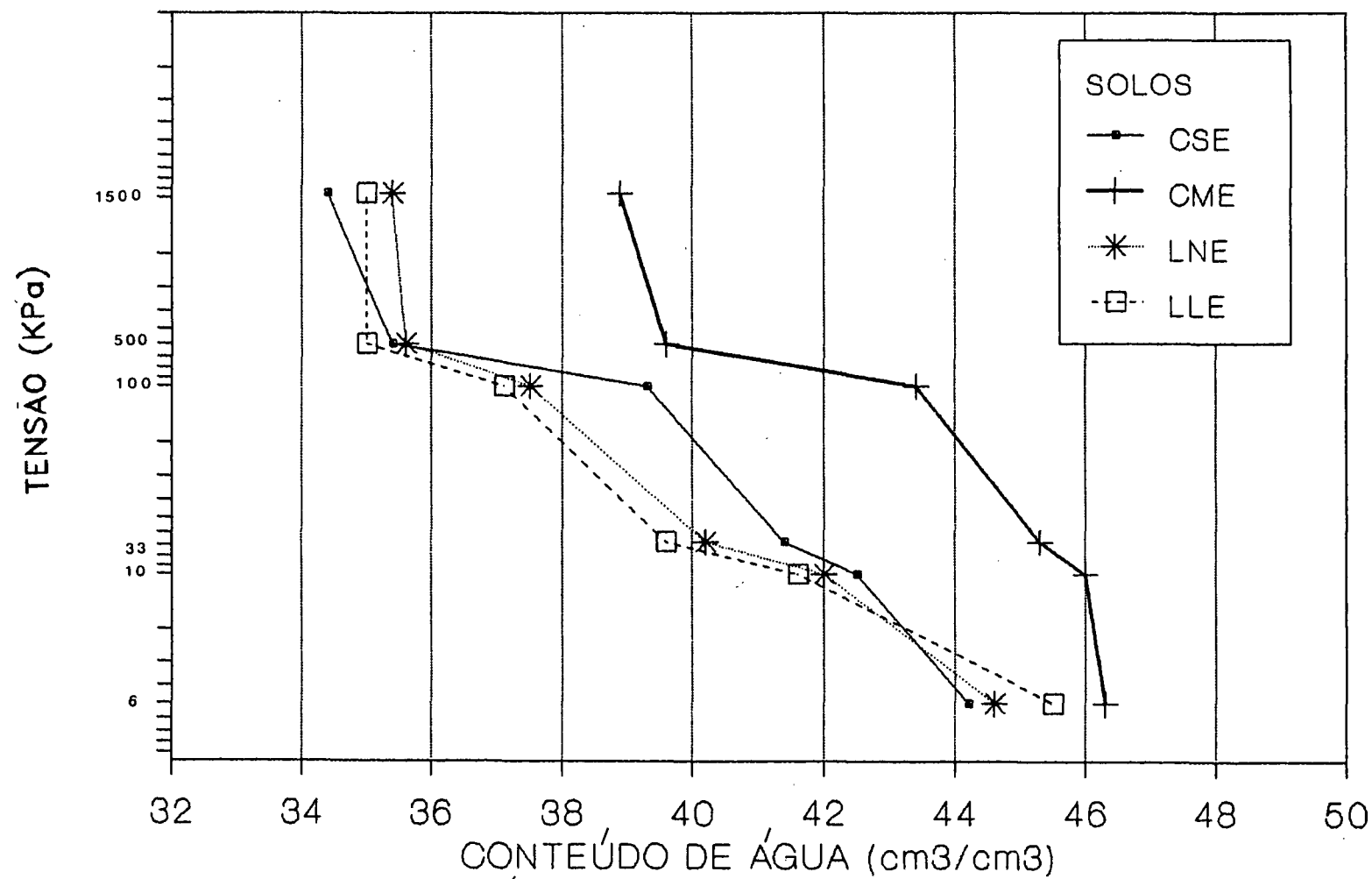


Figura 13 - CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA
NO SOLO POR CLASSE DE SOLO NA
PROFUNDIDADE DE 35 a 45 cm

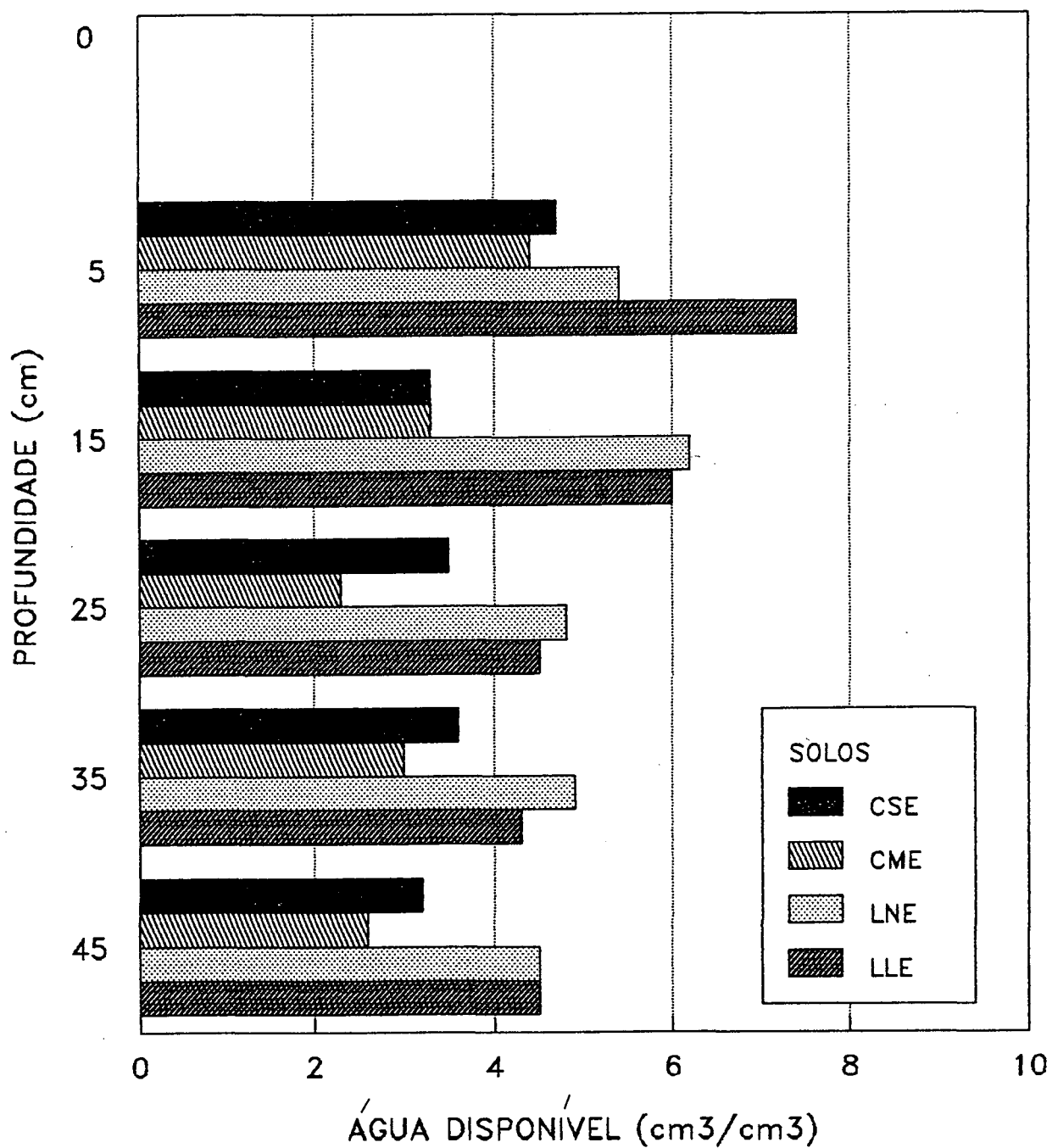


Figura 14 - ÁGUA FACILMENTE DISPONÍVEL (10 a 100 KPa), POR CLASSES DE SOLO E PROFUNDIDADE

encontram-se mais erodidos, tem menor capacidade de suprimento de água para as plantas, o que segundo OLSON e NIZEYIMANA, (1988), é a principal causa da diminuição na produtividade. A comparação de produção entre os LATOSSOLOS (menos erodidos) e os CAMBISSOLOS (mais erodidos) com as equações do QUADRO-I, confirmam a correlação positiva entre a água facilmente disponível e produção comercial, conforme será visto adiante.

A diferença no volume de água facilmente disponível entre CAMBISSOLOS e LATOSSOLOS foi significativa nas profundidades de 5 a 15 e 35 a 45 cm. Entre o CME e CSE houve significância somente nas profundidades de 15 a 25 cm, enquanto entre o LNE e LLE esta diferença se deu apenas na camada de 0 a 5 cm.

O CME apresentou as menores porcentagens de água facilmente disponível com exceção apenas na profundidade de 5 a 15 cm onde ele igualou-se ao CSE.

4.2.4.10 ÁGUA DISPONÍVEL NA POROSIDADE DE AERAÇÃO > OU IGUAL 10%.

Só não houveram diferenças estatísticas entre os solos, na superfície (ANEXO-VIII). Em nenhuma profundidade os LATOSSOLOS diferiram estatisticamente entre si, enquanto o CSE superou estatisticamente o CME nas duas últimas profundidades.

Do mesmo modo que no subitem anterior, o CME mostra os mais baixos valores de água disponível de todos os solos, exceto na profundidade de 5 a 15 cm. Chama a atenção os

valores de água disponível menores que 1% no CME dos 5 aos 45 cm (FIGURA-15).

Já o LLE apresentou os maiores valores de água disponível com excessão da profundidade de 35 a 45 cm. O CME apresentou em todas as profundidades, com excessão para a camada de 5 a 15 cm, os menores valores de água disponível na porosidade de aeração igual ou maior que 10% (FIGURA-15). É importante ainda salientar que nesta profundidade o CSE apresentou os valores mais reduzidos de água disponível.

Neste experimento as diferenças na capacidade de armazenar água disponível, entre solos não erodidos e levemente erodidos, foram menores que entre as classes moderada e severamente erodidas. STONE et al. (1985) encontraram diferenças significativas na quantidade de água disponível dentro de classes de solos levemente erodidas e moderadamente erodidos e não encontraram diferença entre solos severamente erodidos.

4.3 ACOMPANHAMENTO DA UMIDADE E AERAÇÃO DO SOLO NO CAMPO

4.3.1 Pluviometria

O ANEXO-IX, mostra o panorama pluviométrico durante o ciclo da cultura indicando também as datas em que foram realizadas as sete coletas de solos para determinação de umidade gravimétrica dos mesmos, as quais foram convertidas em umidade volumétrica.

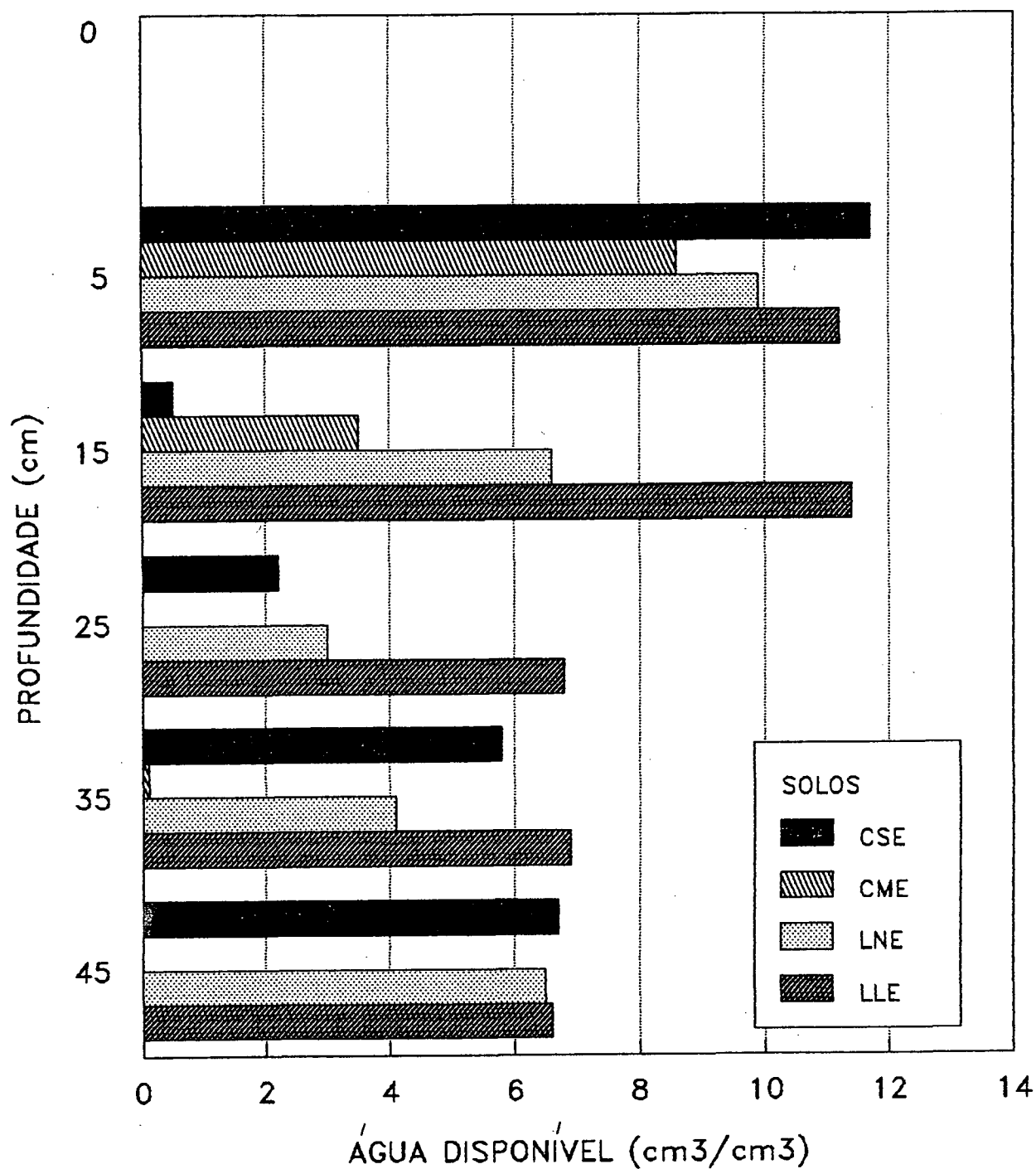


Figura 15 - ÁGUA DISPONÍVEL ENTRE A TENSÃO, CUJA POROSIDADE DE AERAÇÃO É $\geq 10\%$ E A TENSÃO DE 1500 KPa, POR CLASSE DE SOLO E PROFUNDIDADE

Na TABELA-10 estão presentes a umidade volumétrica, tensão de umidade e porosidade de aeração determinadas a campo em 7 períodos durante o ciclo da cultura.

TABELA 10 - RESULTADOS DE UNIDADE VOLUMETRICA, TENSÃO DE AGUA NO SOLO E POROSIDADE DE AERAÇÃO EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE COM FREQUENCIA QUINZENAL, POR TIPO DE SOLO.

		DETERMINAÇÕES											
		1ª (22/8/90)			2ª (6/9/90)			3ª (25/9/90)			4ª (11/10/90)		
PROF.	SOLO	θ	ψ	α_a	θ	ψ	α_a	θ	ψ	α_a	θ	ψ	α_a
		%	KPa	%	%	KPa	%	%	KPa	%	%	KPa	%
0 - 5	CSE	41,3	8	8,7	38,4	14	11,6	30,3	367	19,7	30,3	367	19,7
	CME	42,7	8	7,3	43,1	7	6,9	28,9	>1500	21,1	31,7	>1500	18,3
	LLE	29,8	16	36,2	28,3	21	37,7	25,4	45	40,6	26,8	30	39,2
	LNE	36,3	8	20,7	35,7	94	21,3	31,9	25	25,1	39,4	5	17,6
5 - 15	CSE	44,7	20	3,6	42,5	45	5,8	39,8	210	9,0	38,8	533	9,5
	CME	45,3	8	3,7	44,5	11	4,5	41,2	40	7,8	41,4	37	7,6
	LLE	38,9	32	15,1	39,3	28	14,7	39,3	28	14,7	38,4	36	15,6
	LNE	44,5	8	4,2	44,0	9	4,7	42,6	13	6,1	47,0	4	1,7
15 - 25	CSE	43,5	28	6,8	41,5	76	8,8	42,6	43	7,7	41,5	76	8,8
	CME	45,7	0	0,0	44,9	0	0,0	45,1	0	0,0	45,2	0	0,0
	LLE	47,6	6	9,4	40,0	269	17,0	41,4	74	15,6	44,4	17	12,6
	LNE	43,8	9	6,5	43,9	9	6,4	43,7	9	6,6	45,5	6	4,8
25 - 35	CSE	41,2	53	11,1	40,3	89	12,0	41,8	39	10,5	41,4	48	10,9
	CME	42,4	44	4,6	42,4	44	4,6	43,7	26	3,3	44,6	17	2,4
	LLE	38,5	91	18,2	40,6	31	16,1	41,2	25	15,5	43,0	14	13,7
	LNE	44,5	8	8,8	41,3	20	12,0	41,8	17	11,5	43,3	10	10,0
35 - 45	CSE	41,7	16	11,0	39,6	43	13,1	40,4	29	12,3	41,6	17	11,1
	CME	46,1	17	1,9	41,3	219	6,7	41,9	41	6,1	43,5	57	4,5
	LLE	42,6	10	14,4	40,7	17	16,3	43,0	9	14,0	42,8	10	14,2
	LNE	41,8	17	12,5	41,1	21	13,2	43,0	11	11,3	42,3	14	12,0

continua

continuação

		DETERMINAÇÕES								
		5ª (26/10/90)			6ª (13/11/90)			7ª (29/11/90)		
PROF.	SOLO	Θ	Ψ	α_a	Θ	Ψ	α_a	Θ	Ψ	α_a
		%	KPa	%	%	KPa	%	%	KPa	
0 - 5	CSE	21,6	>1500	28,4	31,1	207	18,9	23,3	>1500	26,7
	CME	27,3	>1500	22,7	28,1	>1500	21,9	25,5	>1500	24,5
	LLE	16,3	>1500	22,9	26,7	31	39,3	18,7	>1500	47,3
	LNE	27,7	181	29,3	30,5	41	26,5	21,3	>1500	35,7
5 - 15	CSE	31,0	>1500	17,3	36,6	>1500	11,7	34,8	>1500	13,5
	CME	33,6	>1500	15,4	33,9	>1500	15,1	31,7	>1500	17,3
	LLE	29,5	>1500	24,5	34,7	149	19,3	35,4	105	18,6
	LNE	37,3	225	11,4	37,0	324	11,7	32,5	1000	16,2
15 - 25	CSE	35,7	>1500	14,6	40,2	187	10,1	39,3	446	11,0
	CME	36,9	>1500	7,8	39,9	73	4,8	38,4	210	6,3
	LLE	33,6	>1500	23,4	36,0	>1500	21,0	34,1	>1500	22,9
	LNE	37,7	150	12,6	36,9	371	13,4	34,2	>1500	16,1
25 - 35	CSE	35,6	>1500	16,7	38,6	353	13,7	35,2	>1500	17,1
	CME	38,1	889	8,9	38,7	420	8,3	38,0	1042	9,0
	LLE	36,1	>1500	20,6	37,8	168	18,9	35,4	>1500	21,3
	LNE	37,8	137	15,5	37,4	201	15,9	34,4	>1500	18,9
35 - 45	CSE	38,5	82	14,2	40,8	24	11,9	37,6	163	15,1
	CME	39,0	1000	9,0	38,8	>1500	9,2	38,8	>1500	9,2
	LLE	38,6	36	18,4	40,2	19	16,8	36,8	113	20,2
	LNE	37,9	125	16,4	39,6	41	14,7	36,6	597	17,7

Legenda: * 5 a 1 = valores intermediários entre 5 e 1, 5 e 15 e 15 a 5

 Θ = umidade volumétrica (%) Ψ = tensão de água no solo em atm α_a = porosidade de aeração (%)

4.3.2 Umidade Volumétrica

Nos dados de umidade dos quatros solos, o valor mais baixo encontrado foi de 16,3% e o mais alto de 47,6%. De uma maneira geral o LLE apresentou em todas as determinações, com excessão para a profundidade de 35 a 45cm, os menores valores de umidade, sendo que nesta profundidade as menores

porcentagens encontram-se no CSE nas quatro primeiras determinações.

Tomando por base a frequência com que o solo aparece na TABELA-10 com os maiores valores de umidade, pode-se dizer que os solos que se mantiveram mais úmido durante o ciclo da cultura foram o CME e o LNE, em praticamente todas as profundidades.

4.3.3 Tensão de Água nos Solos

Nas quatro primeiras determinações, a água estava retida a baixas tensões (< 100 KPa), estando assim facilmente disponível para a cultura da batata, em praticamente todos os solos estudados nas 5 profundidades analisadas.

Excessões ocorreram no caso do CSE e CME. No CSE, na profundidade de 0 a 5cm a tensão da água no solo foi de 367 KPa tanto na 3ª como na 4ª determinação e na profundidade de 5 a 15cm a água estava retida a 210 e 533 KPa também na 3ª e 4ª determinações respectivamente. BROWN (1977) cita que o crescimento da batata chega a parar quando a tensão de água no solo torna-se maior que 300 KPa. No CME a água estava retida a tensões maiores que 1500 KPa na 3ª e 4ª determinações, na profundidade de 0 a 5cm.

Na 5ª e 7ª determinações nas quatro primeiras profundidades, nenhum dos solos apresentou água facilmente disponível pois a mesma esteve geralmente retida a altas tensões. Repara-se porém que na 5ª determinação, os menores valores de tensão de água foram encontrados no LNE que foi o mais produtivo.

Na 6ª determinação as tensões mostraram-se bastante variáveis em todos os solos e profundidades.

Um resultado bastante consistente para ser relacionado com a menor produção total e comercial e com a maior produção de tubérculos defeituosos é o fato de na 3ª e 4ª determinações, o CSE nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 15cm e o CME apenas na camada de 0 a 5cm, terem apresentado água retida a tensões maiores que 100 KPa. LYNCH e TAI (1989), referem-se a diminuições de 65% na produção comercial de tubérculos quando a tensão de água no solo aumentou de 30 para 120 KPa.

Outro resultado bastante consistente para ser relacionado com a menor produção total e comercial e com a maior produção de tubérculos defeituosos nos CAMBISSOLOS é o fato deles terem apresentado água retida a tensões bem superiores aos LATOSSOLOS, na 3ª e 4ª determinações nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 15cm.

Nas profundidades compreendidas entre 0 e 35cm a tensão nos CAMBISSOLOS geralmente manteve-se também muito elevada na 5ª, 6ª e 7ª determinações. Além disto, no CSE a batata atingiu menor produção comercial e maior volume de tubérculos defeituosos em comparação ao CME, também em função daquele ter apresentado água retida a tensões muito maiores que este, na profundidade de 5 a 15cm na 3ª e 4ª determinações.

Percebe-se que os CAMBISSOLOS na maioria das vezes apresentaram água retida a maiores tensões em quase todas as profundidades em relação aos LATOSSOLOS.

4.3.4 Porosidade de Aeração

As FIGURAS 16 e 17 ressaltam a frequência em que os solos apresentaram aeração menor que 10% durante as 7 determinações efetuadas, nas profundidades de 5 a 15 e 15 a 25 cm.

As porosidades de aeração encontradas nos quatro solos variaram de um valor mínimo de zero (CME), até um valor máximo de 40,6% (LLE).

O CME apresentou os menores valores de aeração em praticamente todas as determinações e profundidades. Além disto foi o que apresentou com mais frequência valores de porosidade de aeração menores que 10%. Conforme já referido a porcentagem mínima de aeração necessária é de 10% (REUST e NEYROUD, 1985). Basta notar que nas profundidades de 15 a 25, 25 a 35 e 35 a 45cm, ele foi o único a apresentar menos que 10% de aeração em todas as determinações. Nas camadas de 0 a 5cm a porosidade de aeração esteve menor que 10% apenas na 1ª e 2ª determinações. Dos 5 aos 15cm (FIGURA-16) isto ocorreu na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª determinações, enquanto na profundidade de 15 a 25 cm, este fato deu-se em todas as determinações (FIGURA-17).

O CSE apresentou aeração inferior a 10% na 1ª determinação na camada de 0 a 5cm, tendo isto também ocorrido nas profundidades de 5 a 15 e 15 a 25cm na 1ª, 2ª, 3ª, e 4ª determinações.

Obs: Os valores entre parêntesis correspondem a tensão de água no solo em atm

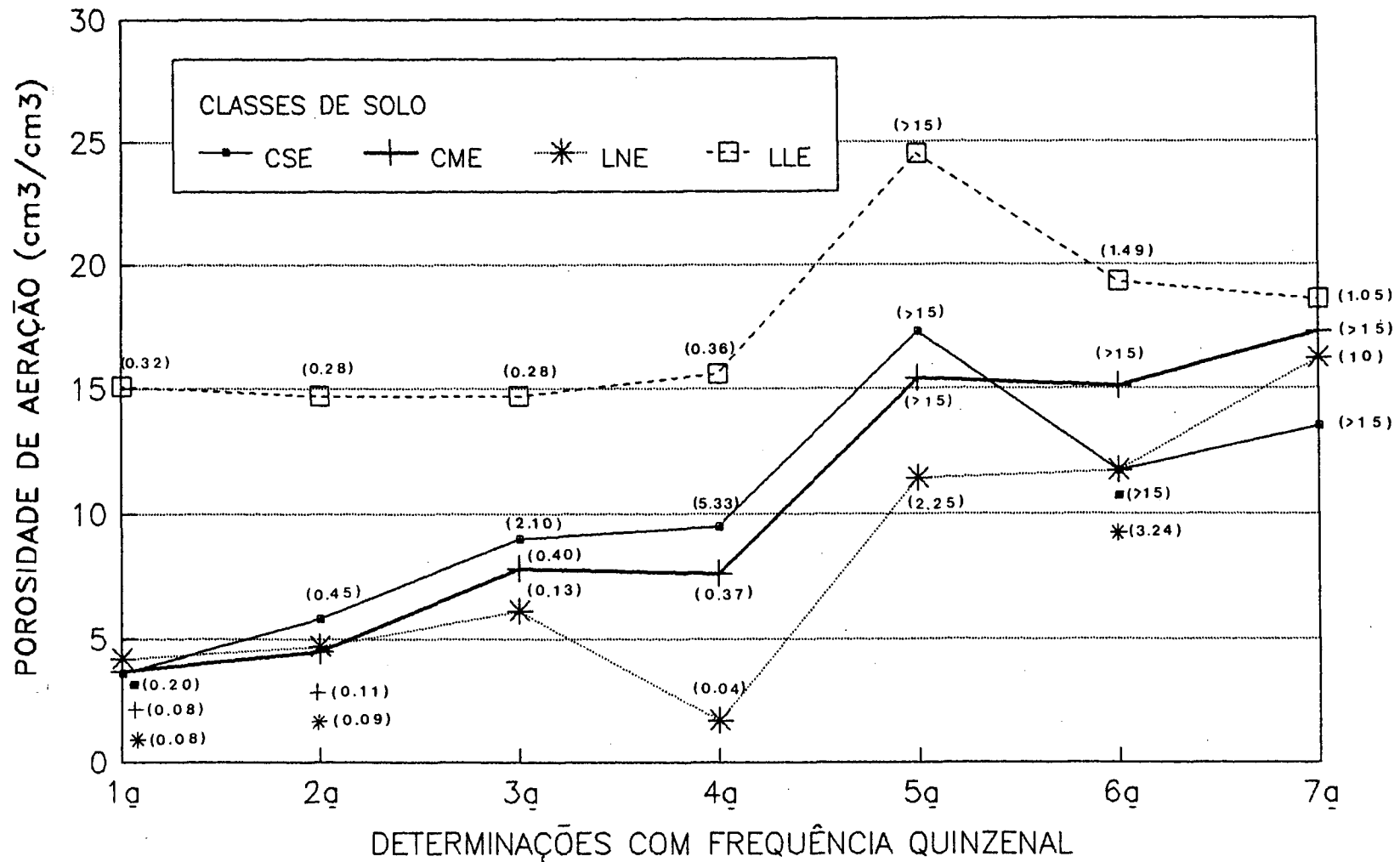


Figura 16 - VARIAÇÃO DA POROSIDADE DE AERAÇÃO EM CADA CLASSE DE SOLO DURANTE O CICLO BATATA (PROFUNDIDADE 5 a 15 cm)

Obs: Os valores entre parêntesis correspondem a tensão de água no solo em atm

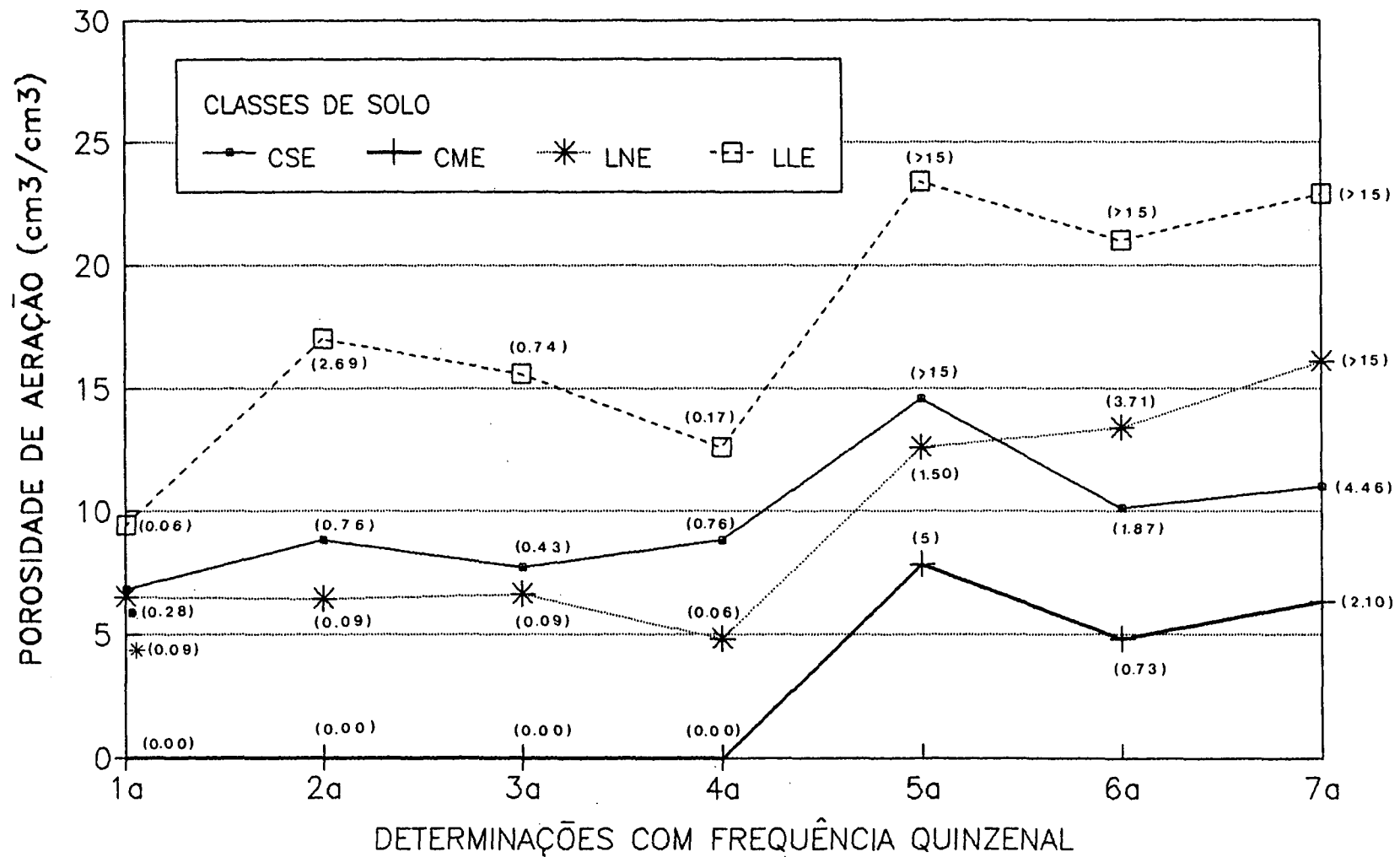


Figura 17 - VARIACÃO DA POROSIDADE DE AERAÇÃO EM CADA CLASSE DE SOLO DURANTE O CICLO DA BATATA (PROFUNDIDADE 15 a 25 cm)

O LNE apresentou menores porcentagens de aeração que o LLE e mostrou valores menores que 10% na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª nas profundidades de 5 a 15 e 15 a 25cm e na profundidade de 25 a 35cm somente na 1ª determinação.

Finalmente o LLE que foi onde ocorreram as maiores porcentagens de aeração, só apresentou valores menores que 10% para a porosidade de aeração na 1ª determinação na camada de 15 a 25cm. Inclusive ele apresentou em muitas determinações e em todas as profundidades, aeração superior a 15% ou muito próximo disto. E como a batata é sensível a oxigênio, alguns autores dizem que para ela é preferível que o espaço poroso seja de 15% (EAVIS, 1972).

Houve uma relação inversa entre a porosidade de aeração e a produção de tubérculos defeituosos, quando se trata do LLE, LNE e CSE, pois conforme a porcentagem de aeração diminuiu, nesta sequência, aumentou o volume de tubérculos defeituosos produzido. Além disto, é muito interessante notar que no LLE, onde a porcentagem de aeração foi muitas vezes superior a 15%, a produção de tubérculos rachados foi nula.

Agrupando todas as informações anteriores podem ser feitos alguns comentários importantes.

O fato do CSE ter apresentado em relação ao CME geralmente água retida a maiores tensões, maiores valores de porosidade de aeração, menores quantidades de água armazenada em porcentagem de volume, maior macroporosidade (com excessão na profundidade de 5 a 15cm) maior microporosidade (com excessão da 1ª camada), maiores volumes de produção total,

menor volume de produção comercial e maior volume de tubérculos defeituosos, sugere que a influência da redução na disponibilidade hídrica na produção de tubérculos de melhor qualidade provavelmente foi maior do que a deficiência de aeração.

Esta afirmação é fundamentada na observação de que o CME, apesar de ter menor porosidade de aeração, por apresentar maior quantidade de água armazenada a menores tensões, apresentou maior volume de produção comercial e produziu menores quantidades de tubérculos defeituosos.

O CSE por sua vez, apresentou maiores porcentagens de aeração e água retida a maiores tensões, produziu mais tubérculos defeituosos e por isso atingiu menor produção comercial. Ele apresentou água retida a maiores tensões que o CME na maioria das determinações nas profundidades de 5 a 15, 15 a 25 e 25 a 35cm, além de menor porcentagem de umidade volumétrica também em praticamente todas as determinações e neste caso em todas as profundidades. No entanto, apresentou maiores porcentagens de aeração em praticamente todas as vezes.

Tudo o que foi apresentado até agora, sugere a gravidade com que o processo erosivo contribui para depauperar os solos, removendo-lhes o horizonte superficial. Ap em maior ou menor grau, o qual é de suma importância na conservação das características químicas, físicas e físico-hídricas dos solos, que sejam favoráveis sob o ponto de vista agronômico.

Note-se que no CSE onde a remoção do referido horizonte foi total, o volume e qualidade da produção foi bastante reduzido em função da degradação causada indiretamente em algumas de suas características físico-hídricas principalmente.

Por outro lado, na classe dos LATOSSOLOS, o fenômeno se processa de um modo diferente. Repara-se que o LNE, a despeito de ter maior porcentagem de umidade volumétrica, sendo que a mesma esteve retida a menores tensões que no LLE, produziu maior quantidade de tubérculos defeituosos que este, provavelmente em função de apresentar porosidade de aeração mais reduzida, embora sua produção total e comercial também tenham sido superiores. Note-se que o LNE apresentou porosidade de aeração menor que 10% nas profundidades de 5 a 15 e 15 a 25cm na 1ª, 2ª, 3ª e 4ª determinações, enquanto no LLE isto ocorreu somente uma vez.

Isto pode estar sugerindo que nos LATOSSOLOS, neste experimento, a redução na porosidade de aeração relacionou-se melhor com o incremento da produção de tubérculos defeituosos, enquanto nos CAMBISSOLOS o fator que mais contribuiu para o aumento deste tipo de tubérculos foi a alta tensão em que a água esteve retida.

Realmente as condições físico-hídricas nos CAMBISSOLOS apresentaram-se bastante desfavoráveis, pois geralmente quando a quantidade de água disponível era satisfatória, a porcentagem de aeração era baixa e vice-versa.

No entanto, no caso específico do CSE na profundidade de 5 a 15cm na 3ª e 4ª determinações, por exemplo, a água estava retida a tensões mais altas (> 200 KPa) e nem assim a porosidade de aeração foi superior a 10%.

Por outro lado, quando a água estava disponível, a planta não podia absorvê-la efetivamente por falta de O_2 , pois segundo PANOVA et al. (1982) e OLYMBIOS e SCHWAB (1977), são necessárias condições favoráveis de aeração para que as plantas possam aproveitar eficientemente a água.

Isto significa que, principalmente no CSE, quando havia água disponível a aeração era insuficiente e quando a aeração era suficiente a água já não se encontrava facilmente disponível pois passava a ser retida a tensões mais elevadas.

Nota-se que este comportamento repetiu-se mais vezes durante o ciclo da cultura.

No LLE não se percebeu este comportamento em praticamente nenhum período sendo que no LNE ele ocorreu em apenas duas profundidades nas quatro primeiras determinações.

4.4 ANÁLISE FOLIAR

Houveram diferenças significativas nos teores de cálcio, magnésio, fósforo, nitrogênio, cobre, ferro, manganês e zinco nas folhas da batata (TABELA-11), embora não tenham ocorrido diferenças nos teores de cálcio, magnésio, fósforo e cobre no solo.

Os teores de potássio não apresentaram diferença nem nas folhas nem nos solos.

TABELA 11 - TEORES DE MACRO E MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS.

MACRONUTRIENTES - % ! MICRONUTRIENTES - ppm

Ca	Cu
CSE - 1,34 c	CSE - 9,67 a
CME - 1,24 bc	CME - 10,33 a
LLE - 0,99 ab	LLE - 32,00 c
LNE - 0,93 a	LNE - 19,67 b

Mg	Fe
CSE - 0,33 ab	CSE - 190,00 c
CME - 0,26 a	CME - 163,33 bc
LLE - 0,40 b	LLE - 116,67 a
LNE - 0,41 b	LNE - 133,00 ab

K	Mn
CSE - 4,88 a	CSE - 829,00 ab
CME - 5,28 a	CME - 955,67 b
LLE - 4,79 a	LLE - 824,00 a
LNE - 5,05 a	LNE - 831,00 ab

P	Zn
CSE - 2,28 bc	CSE - 110,67 a
CME - 0,29 c	CME - 131,00 ab
LLE - 0,24 a	LLE - 167,67 b
LNE - 0,26 ab	LNE - 155,33 ab

N
CSE - 4,43 a
CME - 4,43 a
LLE - 5,03 b
LNE - 5,07 b

a,b,c - médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

Os teores de Ca, Mg e P nas folhas provenientes de todos os solos estão aproximadamente dentro do encontrado por GARGANTINI e BLANCO (1963) e MALAVOLTA (1980).

Os teores de K estão condizentes com os propostos por GARGANTINI e BLANCO (1963).

O nitrogênio apresenta-se levemente superior, comparativamente com as duas citações anteriores.

As folhas colhidas nos CAMBISSOLOS apresentaram em relação às provenientes dos LATOSSOLOS, teores superiores em Ca, P e Fe.

Discorrendo agora mais detalhadamente sobre as comparações entre os níveis de erosão, depara-se com diferenças bastante interessantes.

Folhas produzidas no LNE apresentaram teores de cálcio e fósforo significativamente inferiores às coletadas no CME, tendo ocorrido o mesmo com os referidos teores, no LLE em comparação ao CSE.

O CME produziu folhas com teores de nitrogênio e magnésio mais reduzidos e com teores de ferro e manganês mais elevados que o LLE. No entanto no CSE as folhas apresentaram menores quantidades de nitrogênio e maiores de ferro que no LNE.

Tanto os teores de cobre como os de zinco foram mais elevados nas folhas provenientes do LLE que as colhidas no CSE.

Um aspecto muito interessante que deve ser salientado em relação aos micronutrientes é que apesar dos LATOSSOLOS apresentarem teores de ferro bem mais elevados que os CAMBISSOLOS, as folhas de batata provenientes destes últimos é que mostraram maiores teores daquele elemento.

Neste caso, explicações viáveis para o fenômeno seriam as interações antagônicas entre o Fe e o Cu e Fe e Zn referidas por OLSEN (1983), o qual afirma que a absorção de Zn e Cu em maiores quantidades, faz com que a concentração de Fe nas folhas diminua.

No experimento em questão, os CAMBISSOLOS produziram folhas com menores teores de Cu e Zn que as produzidas nos LATOSSOLOS, justificando assim os maiores teores de Fe nas folhas colhidas nos primeiros. Além disto a menor aeração presente nos CAMBISSOLOS, propiciando a redução do Fe, pode ter facilitado a absorção do referido elemento pelas folhas desenvolvidas nos mesmos.

Os teores de Cu estão acima dos considerados adequados, enquanto o Fe está abaixo dos níveis considerados adequados para folhas de batata (MALAVOLTA 1989).

O Mn apresenta-se em níveis próximos dos teores encontrados por BOOCK (1975) em folhas desenvolvidas em solos com pH elevado.

Os níveis de Mn e Zn podem estar elevados também em função da aplicação intensiva de Ditane para o controle de doenças fúngicas, no qual ambos estão presentes.

4.5 CORRELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO E PROPRIEDADES DO SOLO

4.5.1 Produção Comercial

No QUADRO-I estão as equações de regressão significativas entre as propriedades dos solos e a produtividade da batata.

Houve correlação positiva entre a produção comercial e os teores de hidrogênio, capacidade de troca de cátions e teor de carbono, determinados em cada uma das três profundidades bem como nos valores médios entre elas. BRUCE

QUADRO I - EQUAÇÕES DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES QUE APRESENTARAM COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (r^2) > 50%, ENTRE A PRODUÇÃO COMERCIAL DE TUBERCULOS, PRODUÇÃO DE TUBERCULOS RACHADOS E AS DIVERSAS PROPRIEDADES DOS SOLOS.

EQUAÇÃO	r	r ²
PRODUÇÃO COMERCIAL		
Propriedades Químicas do Solo		
PC = 11.756,3 + 5.692,62 Cm	0,75	0,57
PC = 10.882,5 + 5.938,57 C1	0,75	0,56
PC = 11.381,8 + 5.716,19 C2	0,76	0,57
PC = 13.079,3 + 5.341,93 C3	0,74	0,55
PC = 9.795,8 + 1.930,91 Hm	0,78	0,60
PC = 9.333,14 + 2.050,6 H1	0,76	0,58
PC = 9.111,06 + 1.972,75 H2	0,77	0,59
PC = 10.855,9 + 1.777,81 H3	0,79	0,63
PC = 2.301,04 + 1.835,28 CTCm	0,77	0,59
PC = 2.091,35 + 1.889,46 CTC1	0,75	0,56
PC = 2.670,29 + 1.722,24 CTC2	0,73	0,54
PC = 3.176,87 + 1.800,93 CTC3	0,80	0,63
Propriedades Físicas do Solo		
PC = 44.441,5 - 1.253,43 SILTE m	-0,76	0,58
PC = 44.920,7 - 1.279,8 SILTE 1	-0,79	0,63
PC = 44.166,4 - 1.230,29 SILTE 3	-0,81	0,65
PC = 34.640,8 - 609,867 ARGDISP	-0,76	0,57
Propriedades Físico-Hídricas do Solo		
PC = 6.944,36 + 3.111,24 AFD (10 a 100; 5-15)	0,82	0,67
PC = 6.187,93 + 4.101,45 AFD (10 a 100; 15-25)	0,77	0,59
PC = 5.089,66 + 4.501,7 AFD (10 a 100; 35-45)	0,71	0,51
PC = 112.894 - 2.113,27 U (10; 5-15)	-0,83	0,69
PC = 98.983,1 - 1.865,94 U (33; 5-15)	-0,86	0,74
PC = 77.473,6 - 1.451,93 U (100; 5-15)	-0,89	0,78
PC = 73.832,9 - 1.530,8 U (500; 5-15)	-0,85	0,73
PC = 73.073,1 - 1.543,11 U (1500; 5-15)	-0,84	0,70
PRODUÇÃO DE TUBERCULOS RACHADOS		
Propriedades Químicas do Solo		
PTR = 85,1251 - 30,3398 Cm	-0,85	0,72
PTR = 89,8276 - 31,6757 C1	-0,85	0,72
PTR = 87,4023 - 30,6216 C2	-0,86	0,74
PTR = 77,7075 - 28,243 C3	-0,83	0,70
PTR = 129,411 - 9,20279 CTCm	-0,81	0,66
PTR = 128,42 - 9,2774 CTC1	-0,77	0,66
PTR = 132,644 - 9,0968 CTC2	-0,82	0,67
PTR = 122,401 - 8,77557 CTC3	-0,82	0,67

continua...

continuação

Propriedades Físicas do Solo

PTR = -91,9397 + 6,83796 SILTE m	!	0,88	!	0,77
PTR = -89,8504 + 6,72296 SILTE 1	!	0,88	!	0,78
PTR = -94,7492 + 6,99261 SILTE 2	!	0,86	!	0,74
PTR = -78,8655 + 6,11829 SILTE 3	!	0,85	!	0,72
PTR = 281,405 - 5,83082 ARGILA	!	-0,75	!	0,57
PTR = 273,666 - 5,77011 ARGILA 1	!	-0,78	!	0,61
PTR = 274,081 - 5,66714 ARGILA 2	!	-0,72	!	0,52
PTR = 270,295 - 5,45065 ARGILA 3	!	-0,72	!	0,52
PTR = -68,9494 + 234,516 SILTE/ARGILA	!	0,91	!	0,83
PTR = -60,1233 + 209,222 SILTE/ARGILA 1	!	0,90	!	0,80
PTR = -70,1699 + 236,886 SILTE/ARGILA 2	!	0,88	!	0,78
PTR = -65,3172 + 231,922 SILTE/ARGILA 3	!	0,90	!	0,81
PTR = -18,2303 + 7,75145 z	!	0,85	!	0,72
PTR = -11,0148 + 7,97632 z1	!	0,88	!	0,77
PTR = -11,779 + 6,28862 z2	!	0,76	!	0,58
PTR = -21,3908 + 7,54291 z3	!	0,82	!	0,67
PTR = -85,5674 + 106,331 DENSAP 5	!	0,72	!	0,51
PTR = -278,305 + 247,81 DENSAP 15	!	0,76	!	0,58
PTR = -183,629 + 172,271 DENSAP 25	!	0,74	!	0,55
PTR = 65,0823 - 4,7420 POA (10; 5-15)	!	-0,78	!	0,60
PTR = 71,613 - 4,54678 POA (33; 5-15)	!	-0,80	!	0,64
PTR = 68,2308 - 3,76742 POA (33; 25-35)	!	-0,72	!	0,52
PTR = 78,8286 - 3,99531 POA (100; 5-15)	!	-0,82	!	0,67
PTR = 72,8572 - 4,14724 POA (100; 15-25)	!	-0,71	!	0,52
PTR = 96,6327 - 4,01974 POA (500; 5-15)	!	-0,82	!	0,67
PTR = 99,6201 - 4,01412 POA (1500; 5-15)	!	-0,81	!	0,65

Propriedades Físico-Hídricas do Solo

PTR = 117,742 - 15,6089 AFD (10 a 100; 0-5)	!	-0,75	!	0,56
PTR = 94,9471 - 13,2388 AFD (10 a 100; 5-15)	!	-0,74	!	0,55
PTR = 58,0754 - 4,68946 ADAR (5-15)	!	-0,84	!	0,71

LEGENDA

EQUAÇÃO ! VARIÁVEIS

! PC = produção comercial de tubérculos
! PTR = produção de tubérculos rachados
! Cm = teores médios de carbono entre as camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30cm
! C1 = teor de carbono na camada de 0 a 10cm
! C2 = teor de carbono na camada de 10 a 20cm
! C3 = teor de carbono na camada de 20 a 30cm
! Hm = teores médios de hidrogênio entre as camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30cm
! H1 = teor de hidrogênio na camada de 0 a 10cm
! H2 = teor de hidrogênio na camada de 10 a 20cm
! H3 = teor de hidrogênio na camada de 20 a 30cm
! CTCm = capacidade de troca de cátions média entre as camadas de 0 a 10, 10 a 20 e
! 20 a 30cm
! CTC1 = capacidade de troca de cátions na camada de 0 a 10cm
! CTC2 = capacidade de troca de cátions na camada de 10 a 20cm
! CTC3 = capacidade de troca de cátions na camada de 20 a 30cm
! SILTEm = teores médios de silte entre as camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30cm
! SILTE 1 = porcentagem de silte na camada de 0 a 10cm
! SILTE 2 = porcentagem de silte na camada de 10 a 20cm
! SILTE 3 = porcentagem de silte na camada de 20 a 30cm
! ARGDISP = % de argila dispersa em água na camada de 10 a 20cm
! AFD (10 a 100- 5 a 15) = água facilmente disponível (10 a 100KPa) na profundi-
! de de 5 a 15cm
! AFD (10 a 100- 15 a 25) = água facilmente disponível (10 a 100KPa) na profundi-
! dade de 15 a 25cm
! AFD (10 a 100- 35 a 45) = água facilmente disponível (10 a 100KPa) na profundi-
! dade de 35 a 45cm
! U (10 - 5 a 15) = água retida na tensão de 10 KPa na profundidade de 5 a 15cm
! U (33 - 5 a 15) = água retida na tensão de 33 KPa na profundidade de 5 a 15cm
! U (100 - 5 a 15) = água retida na tensão de 100 KPa na profundidade de 5 a 15cm
! U (500 - 5 a 15) = água retida na tensão de 500 KPa na profundidade de 5 a 15cm
! U (1500 - 5 a 15) = água retida na tensão de 1500 KPa na profundidade de 5 a 15cm
! ARGILA = teores médios de argila entre as camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30cm
! ARGILA 1 = teor de argila na camada de 0 a 10cm
! ARGILA 2 = teor de argila na camada de 10 a 20cm
! ARGILA 3 = teor de argila na camada de 20 a 30cm
! SILTE/ARGILA = relação silte/argila média entre as camadas de 0 a 10, 10 a 20 e
! 20 a 30cm
! SILTE/ARGILA 1 = relação silte/argila na camada de 0 a 10cm
! SILTE/ARGILA 2 = relação silte/argila na camada de 10 a 20cm
! SILTE/ARGILA 3 = relação silte/argila na camada de 20 a 30cm
! z = atividade de argila média entre as camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30cm

continua...

continuação

EQUAÇÃO	VARIAVEIS
!	z1 = atividade de argila na camada de 0 a 10cm
!	z2 = atividade de argila na camada de 10 a 20cm
!	z3 = atividade de argila na camada de 20 a 30cm
!	DENSAP 5 = densidade aparente na profundidade de 0 a 5cm
!	DENSAP 15 = densidade aparente na profundidade de 5 a 15cm
!	DENSAP 25 = densidade aparente na profundidade de 15 a 25cm
!	POA (10 - 5 a 15) = porosidade de aeração na tensão de 10 KPa na profundidade de 5 a 15cm
!	POA (33 - 5 a 15) = porosidade de aeração na tensão de 33 KPa na profundidade de 5 a 15cm
!	POA (33 - 25 a 35) = porosidade de aeração na tensão de 33 KPa na profundidade de 25 a 35cm
!	POA (100 - 5 a 15) = porosidade de aeração na tensão de 100 KPa na profundidade de 5 a 15cm
!	POA (100 - 15 a 25) = porosidade de aeração na tensão de 100 KPa na profundidade de 15 a 25cm
!	POA (500 - 5 a 15) = porosidade de aeração na tensão de 500 KPa na profundidade de 5 a 15cm
!	POA (1500 - 5 a 15) = porosidade de aeração na tensão de 1500 KPa na profundidade de 5 a 15cm
!	AFD (10 a 100 - 0 a 5) = água facilmente disponível na profundidade de 0 a 5cm
!	AFD (10 a 100 - 5 a 15) = água facilmente disponível na profundidade de 5 a 15cm
!	ADAR (5 a 15) = água disponível na porosidade de aeração $\geq 10\%$ na profundidade de 5 a 15cm

et al. (1988) e DEDECEK (1987) perceberam que uma das propriedades que melhor se correlacionaram com a produção de soja, principalmente nos solos severamente erodidos foi a porcentagem de carbono.

E importante ressaltar que os CAMBISSOLOS os quais se encontram bem mais erodidos que os LATOSSOLOS, a despeito de apresentarem saturação de bases superior a estes, tiveram uma produção comercial de tubérculos inferior aos mesmos, em parte, em função de apresentarem menores valores de CTC.

Isto está de acordo com a afirmação de BATCHELDER e JONES (1972) os quais dizem que a aplicação de nutrientes não

tem compensado adequadamente a baixa produtividade de solos com subsolos expostos, ou seja, erodidos. VERITY e ANDERSON (1990) afirmam que a fertilização é menos eficiente para elevar a produção de grãos em solos erodidos que a adição de camadas de espessura variável de horizontes superficiais.

PIERCE et al. (1983) dizem ainda que há redução de produção em solos erodidos cujos horizontes subsuperficiais possuam características agronômicas desfavoráveis.

Em termos de características físicas, constatou-se que as diferenças ocorridas na textura, não foram responsáveis por variações na produção, o que fica comprovado pelas análises de regressão as quais revelam que não houve realmente correlação direta entre os teores de argila e produção total e comercial de tubérculos, pois a equação de regressão entre ambos não acusou significância.

O silte por sua vez também mostrou correlação negativa com a produção, (com excessão do valor obtido na profundidade de 10 a 20 cm), o que é bastante coerente pois nos CAMBISSOLOS onde ele se encontra em maior quantidade, a produção comercial de tubérculos foi menor.

Por sua vez, os teores de argila dispersa, apresentaram correlação negativa com a produção comercial na profundidade de 10 a 20cm com coeficiente de determinação de 57%. Este fato chama a atenção porque foi somente nesta profundidade que houve diferença estatística entre os solos na argila dispersa (TABELA-9).

Geralmente associa-se a argila dispersa com condições físicas de solo não favoráveis. E no caso do experimento em

questão, os LATOSSOLOS com menores quantidades de argila dispersa, realmente apresentaram melhores condições físicas.

Porém, não se deve esquecer, que a porcentagem de argila dispersa, é uma característica subordinada a classe de solo, não tendo por si só uma influência decisiva na quantidade e qualidade da produção.

Ocorreu correlação positiva entre a produção comercial e a água facilmente disponível (10 a 100 KPa), nas profundidades de 5 a 15, 15 a 25 e 35 a 45cm. Vários autores enfatizam a importância da disponibilidade hídrica na produção (NATIONAL SOIL EROSION, 1981 e ONSTAD et al., 1985).

O CME produziu mais tubérculos comerciais que o CSE, por apresentar mais água disponível quando a porosidade de aeração era $\geq 10\%$ na profundidade de 5 a 15cm (FIGURA-15). NIZEYIMANA e OLSON (1988) referem-se a maior capacidade total de armazenar água dos solos moderadamente erodidos quando justapostos aos severamente erodidos.

Nos CAMBISSOLOS a menor presença de poros passíveis de serem preenchidos com ar, pode fazer com que a quantia de ar torne-se insuficiente, quando aumenta a umidade, reduzindo a produção. Segundo BOONE et al. (1986), quando a água no solo está retida a tensões menores que 10 KPa a aeração do mesmo torna-se insuficiente limitando o crescimento radicular. DEDECEK (1974) registrou em tensões de 1 a 100 KPa, porosidade de aeração inferior a 10% em horizonte A₁ de LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO textura argilosa. Note-se a baixa porosidade de aeração dos CAMBISSOLOS nas TABELAS-5 e 11 a qual comumente é menor que 10%.

O ANEXO-VIII revela as baixas quantidades de água disponível na porosidade de aeração $\geq 10\%$ nos CAMBISSOLOS, principalmente no CME, mas somente além dos 15cm.

A correlação entre a percentagem do volume de água retido nas tensões de 1, 33, 100, 500 e 1500 KPa na profundidade de 5 a 15cm (ANEXO-VII) com a produção comercial foi significativamente negativa, ou seja, quanto maior a quantidade de água retida, menor a produção. Nos CAMBISSOLOS realmente havia mais água retida nas referidas tensões e profundidades.

Por outro lado, a tensão com que a água esteve retida no solo durante o ciclo da cultura, na profundidade de 5 a 15 cm, mostrou-se maior nos CAMBISSOLOS que nos LATOSSOLOS.

Deste modo, o fato dos CAMBISSOLOS apresentarem maior percentagem de água retida, não refletiu-se em maior volume de produção comercial, em função desta água estar retida a maiores tensões, ou seja, menos disponível, além de possuírem menor porosidade.

LYNCH e TAI (1989) mostram redução na produção comercial de tubérculos em função de incrementos na tensão de umidade do solo.

4.5.2 Tubérculos Rachados

As equações de correlação entre as propriedades dos solos e a produção de tubérculos rachados, encontram-se no QUADRO-I.

A análise das equações indica que as correlações da referida produção foram negativas, com os teores de carbono e

CTC e positivas com a atividade de argila, em todas as profundidades, inclusive nos valores médios entre as mesmas.

E bastante consistente que as correlações entre tubérculos rachados e C e CTC sejam negativas, pois sabe-se que quanto maiores os teores de carbono; mais propícias se tornam as condições físicas e físico-hídricas do solo para a produção de tubérculos de boa qualidade.

E coerente então que no CME e CSE, onde houve redução dos teores de matéria orgânica por remoção do horizonte superficial, e conseqüente diminuição na CTC, a produção de tubérculos com rachaduras seja maior, em relação dos LATOSSOLOS.

Houve correlação positiva entre a quantidade de tubérculos rachados e os valores da relação silte/argila, bem como com as porcentagens de silte, nas três camadas amostradas.

Os incrementos de silte na sequência LLE, LNE, CME e CSE e o simultâneo aumento na quantidade de tubérculos rachados no mesmo sentido, comprovam que a correlação foi positiva. O mesmo acontece com a relação silte/argila.

Em contrapartida a correlação entre a produção de tubérculos rachados e as porcentagens de argila nas três camadas foi negativa, pois no LLE que apresentou as maiores porcentagens de argila, foi nulo o volume de tubérculos rachados, enquanto o CSE com os menores teores em argila exibiu quantidade máxima de tubérculos danificados com rachaduras. Cabe aqui novamente lembrar, que os teores de

silte e argila são características subordinadas à classe de solo.

Também foi positiva a correlação entre rachaduras e densidade aparente nas profundidades de 0 a 5, 5 a 15 e 15 a 25cm, sugerindo que o adensamento do solo propicia um aumento na quantidade de tubérculos rachados. LUMKES e OUVERKERK (1980) e OUVERKERK e LUMKES (1984), ressaltam a tendência dos solos adensados em produzir maior número de tubérculos defeituosos.

As condições físicas dos CAMBISSOLOS são menos favoráveis. Note-se que de uma maneira geral, eles possuem em quase todas as profundidades, menor porosidade total, menor macroporosidade, maior microporosidade e maior densidade aparente que os LATOSSOLOS, em parte por apresentarem horizonte superficial total ou parcialmente removido. Isto concorre para que haja também certo detrimento nas características físico-hídricas com reflexos inclusive sobre a drenagem do solo.

Aliado a isto, o fato de ter havido correlação positiva da produção de tubérculos rachados com maiores porcentagens de silte, maiores valores da relação silte/argila, maior atividade da argila, e negativa com os maiores teores de argila, características estas muito mais relacionadas com os CAMBISSOLOS, sugere que os mesmos predispõem mais a cultura da batata a apresentar rachaduras.

Baseando-se ainda no fato de que houve maior produção de tubérculos rachados em solos com menores teores de carbono, pode dizer que indiretamente houve uma tendência dos

solos erodidos (nos quais os teores de carbono são geralmente mais baixos), produzirem maior quantidade de tubérculos rachados.

Finalmente, pode-se então sugerir que o LNE e LLE, com maiores teores de carbono e argila, menores teores de silte e valores da relação silte/argila, estrutura mais desenvolvida, menor consistência e características físicas e físico-hídricas mais favoráveis, podem oferecer melhores condições para a cultura produzir tubérculos de melhor qualidade que o CME e CSE.

Foram negativos todas as correlações entre a produção de tubérculos rachados e a porosidade de aeração em todas as tensões com exceção da tensão de 0,06 atm na profundidade de 5 a 15 cm. Em todos os casos, quanto menor era a porosidade de aeração maior era a produção de tubérculos rachados.

É muito importante perceber que o CSE que produziu o maior volume de tubérculos rachados, apresentou em todas as tensões, na profundidade de 5 a 15cm, os menores valores de porosidade de aeração, a qual muitas vezes era menor que 10%, inclusive em outras profundidades. BUSHNELL (1956a) refere-se a produção de tubérculos mal formados em função de restrição periódica de aeração. RUF (1964) responsabiliza a deficiência de O₂ pela produção de grandes quantidades de tubérculos rachados. Outros autores referem-se ao valor mínimo de 10% de aeração para a batata (REUST e NEYROUD, 1985), enquanto para culturas mais sensíveis a falta de oxigênio como a batata. é desejável que o espaço poroso seja de 15% (EAVIS, 1972).

NIKOLAYEV (1975) vai mais além e diz que para as culturas em geral o ideal é que a aeração esteja entre 15 a 20%.

Vindo ao encontro destas afirmações repara-se ainda que no LLE onde a produção de tubérculos rachados foi nula, a porosidade de aeração sempre mostrou-se superior a 10% em todas as profundidades com exceção apenas na tensão de 6 KPA. As afirmações tecidas sobre o CSE e LLE, sugerem que um volume de 10% de ar no solo é muito importante para que a produção de tubérculos rachados seja reduzida ou até nula.

Houve correlação negativa entre a quantidade de água facilmente disponível nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 15cm e a produção de tubérculos rachados, com r^2 igual a 0,75 e 0,74 respectivamente. Também foi negativa a correlação entre a água disponível na porosidade de aeração $\geq 10\%$ na profundidade de 5 a 15cm e a produção de tubérculos rachados ($r^2 = 0,71$), o que significa que quanto menor foi a água disponível quando a porosidade de aeração era igual ou superior a 10%, maior foi a produção de tubérculos rachados.

Este resultado torna-se mais evidente ao se reparar que o CSE produziu 3.971 kg/ha de tubérculos rachados ao apresentar apenas 0,5% de seu volume ocupado com água quando a porosidade de aeração era $\geq 10\%$ na profundidade de 5 a 15 cm, enquanto o CME por sua vez produziu 2.159 kg/ha quando a porcentagem de água na referida porosidade era de 3,5%. Esta baixa quantidade de água disponível sugere uma deficiência de água a qual pode correlacionar-se com o aumento na produção de tubérculos rachados. RUF, 1964 e ROBINS e DOMINGO, 1956 também encontraram esta correlação.

Embora o CSE tenha apresentado as maiores quantidades de água retida nas tensões de 10 a 1500 KPa, apresentou o menor volume de água disponível, na profundidade de 5 a 15cm.

No LLE que nesta profundidade apresentou 11,4% de água disponível na porosidade de aeração $\geq 10\%$, a produção de tubérculos rachados foi nula, enquanto no LNE que mostrou 6,6% de água disponível para aeração $\geq 10\%$, já apresentou uma produção de 747 kg/ha de tubérculos rachados.

Agrupando as informações sobre a porosidade de aeração e água facilmente disponível, além das demais características físicas comentadas e dando ênfase a correlação negativa entre as duas primeiras variáveis e a produção de tubérculos rachados na referida profundidade, pode-se dizer que nos CAMBISSOLOS o desequilíbrio no suprimento de água e ar para a cultura, contribuiu para incrementar a produção de tubérculos rachados.

Isto ocorre em parte pois em função da alta porcentagem de microporos, a porosidade de aeração e a quantidade de água facilmente disponível apresentaram-se bastante baixas nos CAMBISSOLOS, onde além da pequena quantidade de água disponível, esta não foi absorvida eficientemente em função da deficiência de aeração, implicando num suprimento irregular de umidade à cultura, o qual segundo BEUKEMA e van der ZAAG, (1990) e SMITH (1968a) também contribui para a formação de rachaduras.

Deste modo, nestes solos, principalmente no CSE, o ar só se encontrava presente em quantidades suficientes, quando

a água se encontrava a altas tensões, ou seja, quando a mesma não está disponível para a planta e vice-versa.

4.5.3 Tubérculos Embonecados

Nenhuma das propriedades estudadas neste experimento apresentou correlação a nível de 5% de probabilidade com a quantidade de tubérculos embonecados produzidos.

As equações de regressão revelam apenas que houve uma tendência de correlação negativa, porém a nível de 6%, entre os teores médios de cobre no solo e microporosidade na profundidade de 35 a 45cm e a quantidade de tubérculos embonecados, com coeficientes de correlação de $-0,57$ e $-0,56$ e de determinação de $0,321$ e $0,317$ respectivamente.

Além disto a densidade aparente do solo na profundidade de 5 a 15cm, apresentou uma tendência de correlação positiva com o volume de tubérculos embonecados, neste caso a nível de 10% de probabilidade, com $r = 0,50$ e $r^2 = 25,32$.

Por outro lado a literatura relaciona a produção de tubérculos embonecados com a desuniformidade no suprimento de umidade do solo (SMITH, 1968a); condições de excesso de umidade (HOLDER e CARY, 1984); deficiência de O_2 (RUF, 1964) e reduções no conteúdo de carbono no solo (SMITH, 1968).

No entanto, os resultados da pesquisa em questão harmonizam-se com os obtidos por ROBINS e DOMINGO (1956), os quais também não encontraram influência da umidade do solo sobre a produção de tubérculos embonecados.

5 CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos neste trabalho permitiram concluir o seguinte:

- as diferenças de cor e teor de carbono entre os horizontes superficial e subsuperficial, foram as características que mais contribuíram para indicar o nível de erosão em que os solos se encontravam;

- houve correlação positiva entre a produção comercial de tubérculos e os teores de carbono orgânico e hidrogênio, capacidade de troca de cátions e quantidade de água facilmente disponível no solo;

- houve correlação negativa entre a produção comercial de tubérculos e os teores de argila dispersa e silte e quantidade de água retida no solo;

- a produção de tubérculos rachados correlacionou-se negativamente com a porcentagem de carbono e argila, capacidade de troca de cátions, porosidade de aeração e quantidade de água disponível;

- a produção de tubérculos rachados correlacionou-se positivamente com a porcentagem de silte, relação silte/argila, atividade de argila e densidade do solo;

- os LATOSSOLOS que apresentaram em relação aos CAMBISSOLOS, menor grau de erosão, menor densidade e maiores quantidades de água disponível, produziram maior volume de tubérculos comerciais e menos tubérculos rachados, apesar de possuírem menor saturação em bases;

- os CAMBISSOLOS comumente apresentaram porosidade de aeração inferior a 10% e pequena quantidade de água disponível quando a porosidade de aeração era maior ou igual a 10% e por isso, produziram menos tubérculos comerciais e maior volume de tubérculos rachados;

- na classe dos LATOSSOLOS, onde a água encontrava-se mais disponível à cultura, a redução na aeração contribuiu para o incremento da produção de tubérculos rachados. Nos CAMBISSOLOS, a produção de tubérculos rachados foi maior, pois apresentaram além de reduzida aeração, limitação hídrica;

- o desequilíbrio no suprimento de água e ar para a batata, contribuiu para aumentar a quantidade de tubérculos rachados nos CAMBISSOLOS, nos quais, principalmente no CAMBISSOLO SEVERAMENTE ERODIDO, o ar só se encontrava presente em quantidade suficiente, quando a água se encontrava a altas tensões, ou seja, quando a mesma já não estava disponível.

- o CAMBISSOLO SEVERAMENTE ERODIDO apresentou em relação ao CAMBISSOLO MODERADAMENTE ERODIDO, menores teores de carbono, menor capacidade de troca de cátions, maior densidade, água retida a maiores tensões, menor volume de água disponível, maior microporosidade e embora tenha mostrado melhores condições de aeração, produziu menor volume de tubérculos comerciais e maior quantidade de tubérculos rachados;

- o LATOSSOLO NÃO ERODIDO que possuiu maior quantidade de água disponível, porém menor aeração que o LATOSSOLO LEVEMENTE ERODIDO, produziu maior volume que este, não só de tubérculos comerciais como também de tubérculos rachados;

- o LATOSSOLO LEVEMENTE ERODIDO que mostrou porcentagem de aeração maior ou igual a 15% na profundidade de 5 a 15 cm, não produziu tubérculos rachados;

- o LLE com maiores teores de carbono e maior porcentagem de aeração, produziu comercialmente menos que o LNE possivelmente em função de apresentar menor quantidade de água disponível;

- a maior concentração de tubérculos foi encontrada na profundidade de 5 a 15 cm em todos os solos, sendo a camada que apresentou as melhores correlações entre características dos solos e rendimento e qualidade de batata;

- neste trabalho, nenhuma das propriedades dos solos estudadas, apresentou correlação com a produção de tubérculos embonecados, embora as porcentagens dos mesmos tenham sido superiores nos solos com condições físico-hídricas desfavoráveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABRAO, P.U.R. Características físico-hídricas e ocorrência provável de deficiência ou excesso de umidade em alguns solos da Estação Experimental de Uruguaiana. Santa Maria, 1977. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. 99p.
- 2 ADAMS, E.P. et al. Influence of soil compaction on growth and development. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE (7.: 1960 : Madison). Transactions... Madison: International Society of Soil Science, 1960, v.1, p.607-615.
- 3 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the ... 13.ed. Washington, 1980.
- 4 AYERS, P.D.; PERUMPRAL, J.V. Moisture and density effect on cone index. In: MEETING AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. (1981: Orlando). Summer meeting ... St Joseph : American Society of Agricultural Engineers, 1981. (Paper n.81-1047).
- 5 BAKERMANS W.A.P.; WIT, C.T. Crop husbandry on naturally compacted soils. Neth. J. Agric. Sci., Wageningen, v.18, n.4, p.225-246, 1970.
- 6 BATCHELDER, A.R.; JONES, JR; J.N. Soil management factors and growth of zea mays L. on topsoil and exposed subsoil. Agron.J., Madison, v.64, p.648-652, 1972.
- 7 BEUKEMA, H.P.; van der ZAAG, D.E. Introduction to potato production. Wageningen: Pudoc, 1990. p.42-60, 85-123.
- 8 BIGARELLA, J.J. et al. Folha Geológica de Contenda. Curitiba: Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1966. 1 mapa; 80 x 64 cm. Escala: 1:50.000.
- 9 BISCAIA, R.C. "Minimização do processo erosivo pela identificação das causas e dos níveis de perda de solos em diferentes situações de uso e Manejo". Curitiba: IAPAR, 1988. (Relatório Anual de Projeto - PRN 3.2.02.02.00.00).
- 10 BLAKE, G.R.; BOELTER, D.H.; ADAMS, E.P. Soil compaction and potato growth. Am. Potato J., Orono, v.37, n.12, p.409-413, 1960.
- 11 BOOCK, J.O. Os micronutrientes na cultura da batatinha. Atual. Agron., São Paulo, v.3, n.14, p.40-50, 1975.
- 12 BOONE, F.R. Weather an other environmental factors influencing crop responses to tillage and traffic. Soil tillage Res., Amsterdam. v.11, p.283-324, 1988.

- 13 _____. et al. The effect of compaction of the arable layer in sandy soils on the growth of maize for silage. 1. Critical matric water potentials in relation to soil aeration and mechanical impedance. Neth. J. Agric. Sci, Wageningen, v.34, p.155-171, 1986.
- 14 _____.; KROESBERGEN,B.; van OUWERKERK,C.; POT,M. Soil structure. Agric. Res. Rep., v.899, p.21-41, 1980.
- 15 _____.; VEEN,B.W. The influence of mechanical resistance and phosphate supply on morphology and function of maize roots. Neth. J. Agric. Sci, Wageningen, v.30, p.179-192, 1982.
- 16 BROWN,K. The case for improving potato production. In: EXPERT CONSULTATION (1977 : Rome). Report of an ... Rome: FAO. Soil Resources, Management and Conservation Service. Land and Water Development Division, 1978. p.39-44. (World Soil Resources Reports; n.49).
- 17 BUSHNELL,J. Exploratory study of the rate of oxygen consumption by potato roots. Am. Potato J., Orono, v.33, p.203-10, 1956a.
- 18 _____. Growth response from restricting the oxygen at roots of young potato plants. Am. Potato J., Orono, v.33, p.242-48, 1956b.
- 19 BRUCE,R.R. et al. Characterization of soil-crop yield relations over a range of erosion on a landscape. Geoderma, Amsterdam, v.43, p.99-116, 1988.
- 20 BURTON,W.G. The sugar balance in some British potato varieties during storage. 1. Preliminary observations. Eur. Potato J., Wageningen, v.8, p.80-90, 1965.
- 21 CARY,J.W.; HAYDEN,C.W. An index for soil pore size distribution. Geoderma, Amsterdam, v.9, p.249-256, 1973.
- 22 CASTRO,F.S. Influência de la erosion sobre la productividad de los terrenos. Agric. Trop., Bogotá, v.5, n.5, p.42 e 43, 1951.
- 23 CERETTA,C.A. Calcáreo em linha e boro à cultura da Batata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO (23.:1991 : Porto Alegre). Roteiro de apresentação. Porto Alegre, 1991. (não publicado)
- 24 CIHA,A.J. Slope position and grain yield of soft white winter wheat. Agron. J., Madison, v.76, p.193-196, 1984.
- 25 COMISSAO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 2.ed. Passo Fundo : SBCS-Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 1989. p.23.

- 26 COOK, F.J.; Mc Queen, D.J.; HART, P.B.S. Physical properties of surface soil in a topsoil removal area and a nearby undisturbed site. N.Z.J. Agric.Res., New Zealand, v.29, p.137-142, 1986.
- 27 CRONEY, D.; COLEMAN, J.D. Soil structure in relation to soil suction (pF). J. Soil Sci., Oxford, v.5, n.1, p.75-84, 1954.
- 28 DANIELS, R.B. et al. Quantifying the effects of past soil erosion on present soil productivity. J. Soil Water Conserv., Ankeny, v.42, p.183-187, 1987.
- 29 _____. Soil erosion class and landscape position in the North Carolina Piedmont. Soil Sci.Soc.Am.J., Madison, v.49, p.991-995, 1985.
- 30 DEDECEK, R.A. Características físicas e fator de erodibilidade de Oxisols do Rio Grande do Sul. I: Unidade Erexin, Passo Fundo e Santo Angelo. Porto Alegre, 1974. Tese (Mestrado na Area de Solos) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 31 _____. Efeitos das perdas e deposições de camadas de solo na produtividade de uma Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados. R.Bras.Ci.Solo, Campinas, v.11, p.323-28, 1987.
- 32 DELEENHEER, L.; APPELMANS, F. Number and percentage of forked sugarbeet roots, their influences on yield, and relationship with some meteorological factors and physical soil properties. Soil Sci., Baltimore, v.116, p.303-312, 1973.
- 33 EAVIS, B.W. Soil physical conditions affecting seedling growth, I. mechanical impedance aeration and moisture availability as influenced by bulk density and moisture levels in a sandy loam soil. Plant Soil, Dordrecht, v.36, p.613-622, 1972.
- 34 _____. PAYNE, D. Soil physical conditions and root growth. In: WHITTINGTON, W.J. Root growth. London : Butterworths, 1969. p.315-338.
- 35 ECK, H.V. Restoring productivity on Pullman Silty Clay Loam subsoil under limited moisture. Soil.Sci.Soc.Amer. Proc., Madison, v.33, n.4, p.578-581, 1969.
- 36 EHLERS, W. et al. Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled loess soil. Soil Tillage Res. Amsterdam, v.3, p.261-275, 1983.
- 37 EMBRAPA. SNLCS. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.

- 38 EPSTEIN,E.; GRANT,W.J. Water stress relations of the potato plant under field conditions. Agron. J., Madison, v.65, p.400-404, 1973.
- 39 ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil taxonomy : a basic system of soil classification for mapping and interpreting soil surveys. Washington,D.C., 1975. (Agriculture Handbook; n.436).
- 40 FRYE,W.W. et al. Soil erosion effects on properties and productivity of two Kentucky Soils. Soil Sci.Soc.Am.J., Madison, v.46, p.1051-1055, 1982.
- 41 GARGANTINI,H. Efeito de micronutrientes na produção e no tipo de tubérculos de batata em cultura efetuada em solos de várzea do vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, v.29, p.1-10, 1970.
- 42 _____; BLANCO,H.G. Aborção de nutrientes pela batatinha. Bragantia, Campinas, v.22, n.22, p.267-89, 1963.
- 43 GENUCHT,M.Th.van. A closed-form equation for predicting the hydraulic Conductivity of unsaturated soils. Soil Sci.Soc.Am.J., Madison, v.44, p.892-98, 1980.
- 44 GOODERHAM,P.T. Some aspects of soil compaction, root growth and crop yield. Agric. Prog., London, v.52, p.33-34, 1977.
- 45 GOULD,W.A.; PLIMPTON,S.L. Quality evaluation of potato cultivars for processing. Res. Bull. Ohio Agricultural Research in Development Center, Ohio, n.1172, p.1-25, 1983.
- 46 GUPTA,J.P.; KATHAVATE,Y.V. Effect of soil compaction and different water regimes on oxygen diffusion, nutrient uptake growth and yield of rice. RISO, Milano, v.21, n.3, p.191-200, 1972.
- 47 HAKIMI,A.H.; KACHRU,R.P. Effect of different level of soil compaction on yield of silage corn. An. INIA. Serv. Prod. Veg., Madrid, n.5, p.105-110, 1975.
- 48 HANNA,A.Y.; HARLAN,P.W.; LEWIS,D.T. Effects of slope on water balance under center-pivot irrigation. Soil Sci Soc Am. J., Madison, v.47, p.760-764, 1983.
- 49 _____, _____, _____. Soil available water as influenced by landscape position and aspect. Agron. J., Madison, v.74, p.999-1004, 1982.
- 50 HOLDER,C.B.; CARY,J.W. Soil Oxygen and moisture in relation to Russet Burbank potato yield and quality. Am. Potato J., Orono, v.61, n.2, p.67-75, 1984.

- 51 HSIEH, J.J.C.; GARDNER, W.H.; CAMPBELL, G.S. Experimental control of soil water content in the vicinity of roots hairs. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, v.36, p.418-421, 1972.
- 52 JONE Jr, J.B. Analisis de los tejidos de las plantas para micro-nutrientes. In: MORTVERDT, J.J.; GIORDANO, P.M. and LINDSAY, W.L. Micronutrientes en Agricultura. México : AGT EDITOR S.A., 1983. p.349-78.
- 53 KETCHESON, J.W.; WEBBER, L.R. Effects of soil erosion on yield of corn. Can. J. Soil Sci., Ottawa, v.58, p.459-463, 1978.
- 54 KINIRY, L.N.; SCRIVNER, C.L.; KEENER, M.E. A soil productivity index based upon predicted water depletion and root growth. Res. Bull. University of Missouri - Columbia College of Agriculture, Columbia, n.1051, p.1-26, 1983.
- 55 KOHNKE, H. Soil physics. Bombay : Tata Mc Greaw-Hill, (1968). cap.7, p.160-170.
- 56 LAL, R. Soil erosion on Alfisols in Western Nigeria, I. the changes in physical properties and the response of crops. Geoderma, Amsterdam, v.16, p.419-31, 1976b.
- 57 _____. Soil erosion on Alfisols in Western Nigeria, I. Effects of slope, crop rotation and residue management. 1976a Geoderma, Amsterdam, v.16, p.363-75, 1976a.
- 58 LANGDALE, G.W. et al. Corn yield reductions on eroded Southern Piedmont soils. J. Soil Water Conserv., Ankeny, v.34, p.226-228, 1979.
- 59 LARSON, W.E. et al. Effects of soil erosion on soil properties as related to crop productivity and classification. In: FOLLETT, R.F.; STEWART, B.A., ed. Soil erosion and crop productivity. Madison : ASA - CSSA - SSSA, 1985. p.189-211.
- 60 LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2.ed. Campinas : SBCS-SNLCS, 1984. 46p.
- 61 LINDSAY, W.L. Equilibrio de la fase inorgánica de los micronutrientes en suelos. In: MORTVERDT, J.J.; GIORDANO, P.M. and LINDSAY, W.L. Micronutrientes en Agricultura. México : AGT EDITOR S.A., 1983. p.45-63.
- 62 LOPES, A.S. Características e propriedades químicas da camada superficial (0-20 cm) dos solos sob "cerrado". In: Solos sob "cerrado" : Características, propriedades e manejo. 2a.ed. Piracicaba : Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. p.10-53.

- 63 LUMKES, L.M.; van OUWERKERK, C. Crop response. Agric. Res. Rep., Wageningen, v.899, p.51-77, 1980.
- 64 LYNCH, D.R.; TAI, G.C.C. Yield and yield component response of eight potato genotypes to water stress. Crop Sci., Madison, v.29, p.1207-211, 1989.
- 65 MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo : Ed.Agronômica Ceres, 1980. cap.7, p.229-251.
- 66 _____.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas : Princípios e aplicações. Piracicaba : Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- 67 MAY, L..L.; SOUZA, M.L.P. Efeito de 3 níveis de erosão simulada na produção de batata inglesa na região de Contenda-PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DE SOLO. (8.:1990 : Londrina). Roteiro de apresentação. Londrina, 1990. (não publicado).
- 68 MBAGWU, J.S.C.; LAL, R.; SCOTT, T.W. Effects of desurfacing of Alfisols and Ultisols in Southern Nigeria : I. Crop performance. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v.48, p.828-833, 1984.
- 69 NATIONAL SOIL EROSION. Soil Productivity Research Planning Committee. Soil erosion effects on soil productivity : A research perspective. J. Soil Water Conserv., v.36, p.82-90, 1981.
- 70 NEARING, M.A.; WEST, L.T. Soil strength as indicators of consolidation. Trans. ASAE, St. Joseph. v.31, n.2, p.471-76, 1988.
- 71 NELSON, W.L. Soil compaction puts crops under great stress. Better Crops Plant Food, Atlanta, v.60, n.2, p.03-04, 12, 1976.
- 72 NIKOLAYEV, A.V. Main physical soil properties indicative of soil productivity. Sov. Soil Sci., Silver Spring, p.707-713, 1975.
- 73 NIZEYIMANA, E.; OLSON, K.R. Chemical, mineralogical and physical property differences between moderately and severely eroded Illinois Soils. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v.52, p.1740-1749, 1988.
- 74 NOGUEIRA, F.D. et al. Níveis de N, K e Mg em batata em Latossolo Vermelho Amarelo. Hort. bras., Brasília, v.5, n.1, p.21-4, 1987.
- 75 OLEYNICK, J. Análises de Solos; tabelas para transformações de resultados analíticos e interpretação de resultados. Associação de Crédito e Assistência Rural do Paraná. Curitiba, 1987, 25p.

- 76 OLSEN, S.R. Interacciones de los micronutrientes. in: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M. and LINDSAY, W.L. Micronutrientes en Agricultura. Mexico : AGT EDITOR S.A., 1983. p.267-90.
- 77 OLSON, K.R.; CARMER, S.G. Corn yield and plant population differences between eroded phases of Illinois Soils. J. Soil Water Conserv., Ankeny, v.45, n.5, p.562-566, 1990.
- 78 OLYMBIOS, C.M.; SCHWABE, W.W. Effects of aeration and soil compaction on growth of the carrot, *Daucus carota* L. J. Hartic. Sci., Ashford Kent, v.52, n.4, p.485-500, 1977.
- 79 ONSTAD, C.A. et al. Erosion on productivity interrelation on a soil landscape. Trans. ASAE, St Joseph, v.28, n.6, p.1885-8, 1985.
- 80 OUWERKERK, C. van; LUMKES, L.M. Crop response. Agric. Res. Rep., Wageningen, v.925, p.89-123, 1984.
- 81 PANOV, N.P. et al. The effect of aeration of Soddy-Podzolic on the potato yield. Dokl. VSES. Ordena Lenina Akad. S.K.H. Nauk Im. V. I. Lenina, n.3, p.6-8, 1982.
- 82 PERRENS, S.J.; TRUSTUM, N.A. Assessment and evaluation for soil conservation policy. In: WORKSHOP ON POLICIES FOR SOIL AND WATER CONSERVATION. (1983 : Honolulu). Workshop report. Honolulu : East-West Environment and Policy Institute, 1984.
- 83 PETTRY, D.E.; WOOD Jr., C.W.; SOILEAU, J.M. Effect of topsoil thickness and horizonation of a Virgin Coastal Plain soil on soybean yields. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON EROSION AND SOIL PRODUCTIVITY. (1984 : New Orleans). Proceedings of the ... St. Joseph : American Society of Agricultural Engineers, 1985. p.66-74.
- 84 PIERCE, F.J.; LARSON, W.E.; DOWDY, R.H. Productivity of soils: assessing long-term changes due to erosion. J. Soil Water Conserv., Ankeny, v.38, p.39-44, 1983.
- 85 POWER, J.F. et al. Effects of topsoil and subsoil thickness on soil water content and crop production on a disturbed soil. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v.45, p.124-129, 1981.
- 86 RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R. Levantamento semidetalhado dos solos da microbacia do rio Turvo - Contenda-Pr. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA (3. : 1989 : CONTENDA). Anais. Curitiba : Sociedade de Olericultura do Brasil, 1989. p.31-34.
- 87 RAIJ, B. van et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas : Instituto Agrônomo, 1985. p.4-7. (Boletim Técnico - 100).

- 88 _____. QUAGGIO, J.A. Metodo de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônomo, 1985. 107p. (Boletim Técnico, 81).
- 89 RAMOS, M.G. Nutrição mineral e adubação. In: RAMOS, M.G. et al. Manual de produção de arroz irrigado. Florianópolis : ACARESC, 1981. p.67-82. (EMBRAPA. Sistemas de Produção - Boletim - 270).
- 90 REUST, W.; NEYROUD, J.A. Effects du tassement du sol sur la croissance de la pomme de terre et les propriétés physiques de la rizosphère. Rev. Suisse Agric., Lausanne, v.17, n.5, p.273-78, 1985.
- 91 ROBINS, J.S.; DOMINGO, C.E. Potato yield and tuber shape as affected by severe soil moisture deficits and plant spacing. Agron. J., Madison, v.48, p.488-492, 1956.
- 92 RUF, R.H.Jr. The influence of temperature and moisture stress on tuber malformation and respiration. Am. Potato J., Orono, v.41, p.377-381, 1964.
- 93 SADLER, J.M. Effects of topsoil loss and intensive cropping on soil properties related to the crop production potencial of a Podzolic Grey Luvisol. Can. J. Soil Sci., Ottawa, v.64, p.533-543, 1984.
- 94 SAINI, G.R. Effects of soil compaction and shredded tree bark on phosphorus "A" values of two New Brunswick potato soil. Can. J. Soil. Sci., Ottawa, v.54, n.4, p.501-2, 1974.
- 95 _____. Relationship between potato yield and oxygen diffusion rate of sub-soil. Agron. J., Madison, v.68, p.823-5, 1976.
- 96 _____. HUGHES, D.A. Soil compaction reduces potato yields. Can. Agric., Ottawa, v.17, n.4, p.28-29, 1972.
- 97 SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Departamento de Química. Setor de Nutrição Mineral de Plantas. Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz". USP. Piracicaba. 1974.
- 98 SCHERTZ, D.L. et al. Effect of past soil erosion on crop productivity in Indiana. J. Soil Water Cons., Ankeny, v.44, p.604-8, 1989.
- 99 SCHIWIMMER, S. et al. Survey of major and minor sugar and starch components of the white potato. J. Agr. Food Chem., Washington, v.2, p.1284-1290, 1954.
- 100 SCOTTI, C.A. Introdução e seleção de clones e cultivares de batata. Curitiba : IAPAR, 1992. (Relatório de Projeto).

- 101 SINAI,G.; ZASLAVSKY,D.; GOLANY,P. The effect of soil surface curvature on moisture and yield - Beer Sheba observation. Soil Sci., Baltimore, v.132, p.367-375, 1981.
- 102 SMITH,O. Potatoes: production, storing, processing. Westport, Connecticut : The Avi Publishing Company, Inc., 1968. p.59-123, 259-317.
- 103 SMITTLE,D.A.; WILLIAMSON,R.E. Effect of soil compaction on nitrogen and water use efficiency, root growth, yield, and fruit shape of pickling cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, v.102, n.6, p.822-825, 1977.
- 104 SOIL SURVEY STAFF. Soil Survey Manual. USDA. Soil Conser.Ser. Chap.5 (NSH-APTENDIX 1), p.17-18. 1980.
- 105 STOCKING,M. Erosion-induced loss in soil productivity: a research design. Rome : FAO. Soil Conservation Programme. Soil Resources, Management and Conservation Service. Land and Water Development Division, 1985. 33p. (Consultant's Working Paper; n.2).
- 106 STONE,J.R. et al. Effect of erosion and landscape position on the productivity of Piedmont Soils. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v.49, p.987-991, 1985.
- 107 STRUCHTEMEYER,R.A.; EPSTEIN,E.; GRANT,W.J. Some effects of irrigation and soil compaction on potaoes. Am. Potato J., Orono, v.40, p.266-270, 1963.
- 108 TAYLOR,H.M.; BURNETT,E. Influence of soil strength on the root-growth habits of plants. Soil Sci., Baltimore, v.98, p.174-180, 1964.
- 109 _____.; GARDNER,H.R. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content and strenght of soil. Soil. Sci., Baltimore, v.96, p.153-6, 1963.
- 110 TAYLOR,S.A. Use of mean soil moisture tension to evaluate the effect of soil moisture on crop yields. Soil. Sci., Baltimore, v.74, p.217-226, 1952.
- 111 THOMAS,D.J.; CASSEL,D.K. Land-forming Atlantic Coastal Plain soils : crop yield relationship to soil physical and chemical properties. J. Soil Water Conserv., Ankeny, v.34, n.1, p.20-24, 1979.
- 112 TUCKER,T.C.; KURTZ,L.T. A Comparasion of several chemical methods with the biossay procedures for extrating zinc from soils. Proc. Soil Sci. Amer., Madison, v.19, p.477-481, 1955.
- 113 VERITY,G.E.; ANDERSON,D.W. Soil erosion effects on soil quality and yield. Can. J. Soil. Sci., Ottawa, v.70, p.471-84, 1990.

- 114 VILLAGARCIA, S. et al. Avaliação da tolerância da cultura de batatinha aos altos teores de alumínio do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO (23 : 1991: Porto Alegre). Roteiro de apresentação. Porto Alegre, 1991. (não publicado).
- 115 VORHEES, W.B. Soil compaction, how it influences moisture, temperature, yield, root growth. Crops Soils Mag., Madison, v.29, n.6, p.7-10, 1977.
- 116 WHITE, Jr.; A.W. et al. Characterizing productivity of eroded soils in the Sourthern Piedmont. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON EROSION AND SOIL PRODUCTIVITY. (1984 : New Orleans). Proceedings of the ... St. Joseph : American Society of Agricultural Engineers, 1985. p.83-95.
- 117 WHITE, J.M. Soil preparation effects on compaction, carrot yield, and root characteristics in Organic Soil. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, v.103, n.4, p.433-5, 1978.
- 118 YAPA, L.G.G.; FRITTON, D.D.; WILLATT, S.T. Effect of soil strength on root growth under different water conditions. Plant Soil, Dordrecht, v.109, n.1, p.9-16, 1988.
- 119 ZAAG, D.E. van der, La patata y su cultivo en los paises bajos. La Haya : Instituto Consultativo Holandés sobre la Patata, 1990.

ANEXOS

ANEXO I - DESCRIÇÃO DOS PERFIS DE SOLOS

Perfil nº 01

Classificação: CAMBISSOLO pouco profundo fase erodido Tb
DISTROFICO EPIEUTROFICO textura argilosa floresta subtropical
perenifólia relevo suave ondulado. (CSE)

Localização: Município de Contenda-PR propriedade do Sr.
Alberto Voichik.

Situação e declive: Topo com 3% de declive.

Material originário: Produto de intemperização de migmatitos
com recobrimento de argilitos da Formação Guabirota.

Relevo: Local: suave ondulado

Regional: ondulado

Pedregosidade e rochosa: Não pedregosa e não rochosa.

Erosão: Severa

Drenagem: Moderadamente a bem drenado.

Uso atual: Milho

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

Bip- 0-12cm, vermelho-amarelado a vermelho (4 YR 4/6), mosqueado comum, pequeno e distinto, vermelho (2,5 YR 4/6); franco-argilosa; moderada grande e média blocos subangulares; friável com pontos firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.

Bi - 12-65cm, vermelho-amarelado a vermelho (4 YR 4/6); argila; moderada grande blocos subangulares composta de moderada/forte média e pequena blocos subangulares; firme, plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição gradual e plana.

II BiC - 65-90cm, vermelho (2,5 YR 4/6); franco-argilosa; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em fraca/moderada pequena granular; friável a firme; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada (80-90cm).

II C - 90-124cm⁺, vermelho (10 R 4/8), mosqueado comum, médio e proeminente, amarelo (10 YR 7/7) e pouco pequeno e proeminente, preto (2,5 Y 2,5/0); franca; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em fraca pequena granular; friável a firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

RAIZES: comuns finas fasciculares no Bip; poucas no Bi e raras no II BiC e II C.

OBSERVAÇÕES: - presença de mica em quantidades razoáveis nos horizontes Bip e Bi, aumentando no II BiC e tornando-se mais abundante no II C.

- a 51cm presença de linha de pedras de espessura variável, composta de fragmentos angulosos de quartzo com 1 a 6 cm de comprimento.
- poros comuns muito pequenos no Bip: muitos muito pequenos e comuns pequenos no Bi e II BiC e muitos muito pequenos no II C.
- perfil descrito em trincheira representativa das parcelas com Cambissolo Severamente Erodido.
- a atividade da argila é alta nos horizontes II BiC e II C, nos quais também está presente o caráter álico.

Perfil nº 02

Classificação: CAMBISSOLO pouco profundo moderadamente erodido
Tb EUTROFICO EPIDISTROFICO textura argilosa floresta
subtropical perenifólia relevo ondulado. (CME)

Localização: Município de Contenda-PR propriedade do Sr.
Alberto Voichik.

Situação e declive: Terço superior de pendente com 9% de
declive.

Material originário: Produto de intemperização de migmatitos
com recobrimento de argilitos da Formação Guabirotuba.

Relevo: Local: ondulado
Regional: ondulado

Pedregosidade e rochosidade: Não pedregosa e não rochosa.

Erosão: Moderada

Drenagem: Moderadamente a bem drenado.

Uso atual: Milho

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

BiAP- 0-12cm, vermelho-amarelado (5 YR 4/6), argila; moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena granular; friável a firme, plástico a ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.

Bi₁ - 12-38cm, vermelho-amarelado (5 YR 4/8); argila; moderada grande e média blocos subangulares e angulares; firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

Bi₂ - 38-68cm, vermelho-amarelado a vermelho (3 YR 4/6); argila; moderada grande a pequena blocos subangulares e angulares; firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.

C - 68-115cm⁺, vermelho a vermelho-amarelado (4 YR 4/8); franco-argilosa; fraca grande blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES: comuns finas fasciculares no BiAp; raras no Bi₁ e Bi₂ e ausentes no C.

OBSERVAÇÕES: - quantia razoável de fragmentos pequenos de mica nos horizontes BiAp, Bi₁ e C e em maior quantidade no Bi₂;

- no horizonte C há pontos com grandes quantidades de fragmentos pequenos de miqmatito semi-alterado.

- muitos poros muito pequenos no BiAP e Bi₁ e muitos muito pequenos e comuns pequenos no Bi₂ e C.

- devido a forte chuva na noite anterior, houve necessidade de retirar com balde uma lâmina de água de aproximadamente 20cm, do fundo da trincheira.
- no horizonte C a argila apresenta atividade alta.

Perfil nº 03

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTROFICO A
proeminente textura argilosa fase floresta subtropical
perenifólia relevo plano. (LNE)

Localização: Município de Contenda-PR propriedade do Sr.
Antônio Gregoski.

Situação e declive: Topo com 1%.

Material originário: Argilitos da Formação Guabirota.

Relevo: Local: plano

Regional: ondulado

Pedregosidade e rochosidade: Não pedregoso e não rochoso.

Erosão: Não aparente

Drenagem: Acentuadamente drenado.

Uso atual: Capim marmelada

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

- Ap - 0-22cm, bruno-acinzentado muito escuro a bruno-escuro (9 YR 3/2); argila; fraca média blocos subangulares e angulares que se desfaz em forte muito pequena granular; firme/friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa e plana.
- A₁₂ - 22-46cm, bruno-escuro (7,5 YR 3/2); argila; fraca grande blocos angulares e subangulares que se desfaz em forte pequena granular; firme a friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- A₃ - 46-67cm, bruno a bruno avermelhado (6 YR 4/4); argila; fraca grande blocos angulares e subangulares que se desfaz em forte pequena e média granular; friável a firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso transição clara e plana.
- Bw₁ - 67-91cm, vermelho-amarelado (5 YR 4/8); argila; moderada/fraca média e grande blocos subangulares que se desfaz em forte média e pequena granular; firme a friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição difusa e plana.
- Bw₂₁ - 91-129cm, vermelho-amarelado a vermelho (4 YR 4/8); argila; moderada grande e média blocos angulares e subangulares que se desfaz em pequena e média forte granular; friável a firme, ligeiramente plástico a

plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição difusa e plana.

Bw₂₂ - 129-170cm⁺, vermelho (2,5 YR 4/7); argila; moderada grande e média blocos angulares e subangulares que se desfaz em pequena e média forte granular; friável a firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso.

RAÍZES: muitas finas fasciculares no Ap; comuns no A₁₂ e A₃; poucas no Bw₁ e raras no Bw₂₁ e Bw₂₂.

OBSERVAÇÕES: - perfil descrito em trincheira com 1,70m de profundidade.

- tradou-se até 2,30m onde apareceu o horizonte BC.

- o caráter álico está presente nos horizontes A₁₂ e A₃, embora o solo tenha sido classificado como distrófico pelo fato deste caráter ocorrer em todo o horizonte Bw e também no Ap.

PERFIL P-3

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Amostra de labor. n.º: 91.0279/0284

[illegible]

Perfil nº 04

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO fase levemente erodido DISTRÓFICO A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado. (LLE)

Localização: Município de Contenda-PR propriedade do Sr. Antônio Gregoski.

Situação e declive: Terço médio de pendente com 6% de declive.

Material originário: Argilitos da Formação Guabirotuba.

Relevo: Local: suave ondulado

Regional: ondulado

Pedregosidade e rochoso: Não pedregoso e não rochoso.

Erosão: Ligeira

Drenagem: Acentuadamente drenado.

Uso atual: Capim marmelada

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

Ap - 0-22cm, bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2); argila; fraca média blocos angulares e subangulares que se desfaz em forte pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e abrupta.

A₃ - 20-36cm, bruno-escuro (7,5 YR 4/4); argila; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em forte pequena granular; friável a firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

Bw₁ - 36-58cm, bruno-forte a vermelho-amarelado (6 YR 4/5); argila; fraca grande blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena e pequena granular; friável a firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.

Bw₂₁ - 58-86cm, vermelho-amarelado a vermelho (3 YR 4/8); argila; moderada a fraca média blocos subangulares que se desfaz em forte pequena e muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição difusa e plana.

Bw₂₂ - 86-132cm+, vermelho (10 YR 4/7); argila; moderada média blocos subangulares que se desfaz em forte pequena e muito pequena granular; friável. ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso.

RAIZES: muitas finas fasciculares no Ap; comuns finas fasciculares no A₃, Bw₁ e Bw₂₁ e poucas no Bw₂₂.

OBSERVAÇÕES: - o horizonte Bw₂₂ estende-se até 150cm.

- a 1,60cm ocorrência de mica e a 1,90 presença abundante de mica.
- o horizonte A₃ apresenta o caráter álico.
- percebia-se a presença de sulcos de erosão superficiais.

ANEXO II

ANEXO II-1 - INFORMAÇÕES SOBRE O CULTIVO DA BATATA NA SAFRA
90/91 NO CSE E CME

- 1 - CULTURA ANTERIOR: milho
- 2 - CALAGEM: não realizada
- 3 - PREPARO DO SOLO: na ocasião havia resto de palhada de milho e capim marmelada.

	! DATA	! NUMERO DE OPERAÇÕES	! EQUIPAMENTO	! PROFUNDIDADE
INCORPORAÇÃO DA PALHADA	15/08	1	tratorizado	
ARAÇÃO	07/08	1	tratorizado	30 cm
PE DE PATO	14/08	1	tratorizado	
GRADAGEM	15/08	2	tratorizado	

- 4 - ADUBAÇÃO: a distribuição foi efetuada manualmente e a incorporação foi feita simultaneamente ao plantio com aterrador de tração animal.

DATA	! FORMULA	! QUANTIDADE	! PROFUNDIDADE
15/08	4-14-8	1.302 Kg/ha	10-15 cm

- 5 - PLANTIO: Data: 15/08/90

Efetuada no sentido das águas (morro abaixo).

Abertura dos sulcos feita com sulcadeira tratorizada e fechamento de sulcos com aterrador de tração animal.

SEMENTE: Própria ("neta");

Não tratada c/ defensivos;

Pre-brotada: submersa em bissulfureto por aproximadamente 2 semanas e mantida em estufa por 48h. Até o dia do plantio a estufa ficou aberta.

A semente foi plantada com os "olhos" inchados.

Os brotos apresentavam-se curtos, não quebradiços e sem primórdios radiculares.

VARIEDADE: Elvira

ESPAÇAMENTO: entre linhas: 78 a 80 cm

entre plantas: 20 cm

PROFUNDIDADE: 15 cm

TEMPO: dia ensolarado e porisso o fechamento dos sulcos se deu logo em seguida. O solo estava seco.

HERBICIDAS PRE-EMERGENTES: não foi utilizado.

6 - RASTELAMENTO:

DATA	Nº DE OPERAÇÕES	EQUIPAMENTO
10/09	1	rastelo com tração animal

7 - EMERGENCIA: Data: 20/09

8 - CULTIVOS MECANICOS (CAPINAS)

DATA	Nº DE OPERAÇÕES	EQUIPAMENTOS
25/09	1	enxada para arrancar nabo bravo

9 - COBERTURA NITROGENADA

 DATA ! PRODUTO-FORMULA ! DOSAGEM

28/09 nitrocálcio (gra- 172 Kg/Ha
 nulado) 22%

10 - AMONTOA: realizada mecanicamente

 DATA ! EQUIPAMENTO ! ALTURA DO CHEGAMENTO
 ! ! DE TERRA

28/09 aterrador c/tra- 8 cm
 ção animal = ai-
 veca dupla = sul-
 cador

11 - TRATAMENTOS FITOSSANITARIOS

 DATA ! FINALIDADE ! PRODUTO ! DOSAGEM ! EQUIPAMENTO

 03/10 Fungicida Ditane M-45 4 Kg/200 l Pulveriz.Cos-
 /0,6 alq. tal
 08/10 Fungicida Ditane M-45 4 Kg/300 l Pulveriz.Tra-
 /0,6 alq. torizado
 16/10 Fungicida Ditane M-45 4 Kg/300 l Pulveriz.Tra-
 /0,6 alq. torizado
 20/10 Fungicida Ditane + 4 Kg/0,5Kg Pulveriz.Cos-
 Rodomil /200l/0,6 tal
 alq.
 29/10 Fungicida Ditane M-45 4 Kg/400 l Pulveriz.Tra-
 /0,6 alq. torizado
 07/11 Fungicida Ditane M-45 4 Kg/400 l Pulveriz.Tra-
 /0,6 alq. torizado
 20/11 Desfolhan- Gramoxone 1 l/ 500 l Pulveriz.Tra-
 te /0,6 alq. torizado

12 - COLHEITA: A colheita das parcelas do experimento foi manual.

Data: 06/12

13 - OBSERVAÇÃO: - todas as dosagens aqui apresentadas referem-se a área total da lavoura e não apenas as parcelas do experimento.

**ANEXO II-2 - INFORMAÇÕES SOBRE O CULTIVO DA BATATA NA SAFRA
90/91 NO LNE E LLE**

- 1 - CULTURA ANTERIOR: milho
- 2 - CALAGEM: foi feita a aproximadamente 1 mês antes do plantio numa dosagem de 4 ton/alq. (FILLER).
- 3 - PREPARO DO SOLO: havia resto de palhada de milho e capim marmelada.

	! DATA	! NUMERO DE ! ! OPERAÇÕES	! EQUIPAMENTO	! PROFUNDIDADE
GRADE ROME	! /05	2	tratorizado	
GRADE NIVELADORA	! /05	1	tratorizado	
ARAÇÃO	! 01/08	1	tratorizado	30 cm
PE DE PATO	!	1		
GRADAGEM	! 08/08	2	tratorizado	15 cm

- 4 - ADUBAÇÃO: foi feita com adubadeira mecanizada, acoplada a sulcadeira.

DATA	! FORMULA	! QUANTIDADE	! PROFUNDIDADE
15/08	6:13:6	1.860 Kg/ha	10-15 cm

- 5 - PLANTIO: Data: 15/08/90

Efetuada em nível cortando o sentido das águas.

Abertura dos sulcos feita com sulcadeira mecanizada e fechamento de sulcos também.

OBS: . A batata foi colocada manualmente nos sulcos os quais foram fechados com trator com os "sulcadores" acoplados na adubadeira.

- . aplicou-se GRANUTOX no sulco por ocasião do plantio usando a própria adubadeira.

SEMENTE: Própria ("filha");

Não tratada c/ defensivos;

Pré-brotada: bissulfureto e estufada por 48h.

A estufa após este tempo ficou aberta.

Os brotos eram curtos, coloridos, vigorosos e sem primórdios radiculares.

VARIEDADE: Elvira

ESPAÇAMENTO: entre linhas: 80 cm

entre plantas: 20 cm

PROFUNDIDADE: 15 cm

TEMPO: estava ensolarado mas os sulcos foram fechados logo em seguida.

O solo estava seco.

HERBICIDAS PRE-EMERGENTES: não foi utilizado.

6 - RASTELAMENTO: não foi efetuado.

7 - EMERGENCIA: Data: 15/09 (aproximadamente 25 a 30 dias após o plantio).

8 - CULTIVOS MECANICOS (CAPINAS): não foram efetuados

9 - COBERTURA NITROGENADA - efetuada junto com amontoa

DATA ! PRODUTO-FORMULA ! DOSAGEM

05/10 nitrocálcio 248 Kg/Ha

10 - AMONTOA: realizada mecanicamente

DATA	EQUIPAMENTO	ALTURA DO CHEGAMENTO DE TERRA
------	-------------	----------------------------------

05/10	aterrador trato- rizado	8 cm
-------	----------------------------	------

OBS: efetuada uns 20 dias após a emergência.

11 - TRATAMENTOS FITOSSANITARIOS

	DATA	FINALIDADE	PRODUTO	DOSAGEM	EQUIPAMENTO
3ª	sem/set	Fungicida	Ditane M-45	6 Kg/600 l/ alq.	Tratorizado
4ª	sem/set	Fungicida	Ditane M-45	6 Kg/600 l/ alq.	Tratorizado
1ª	sem/out	Fungicida	Ditane + Rodomil	5 Kg + 1Kg 600l/alq.	Tratorizado
2ª	sem/out	Fungicida	Ditane + Rodomil	5 Kg + 1Kg 600l/alq.	Tratorizado
3ª	sem/out	Fungicida	Rodomil	3 Kg/600 l/ alq.	Tratorizado
4ª	sem/out	Fungicida	Ditane	6 Kg/600 l/ alq.	Tratorizado
1ª	sem/nov	Fungicida	Ditane	6 Kg/600 l/ alq.	Tratorizado
2ª	sem/nov	Fungicida	Ditane	6 Kg/600 l/ alq.	Tratorizado

12 - COLHEITA: A colheita das parcelas do experimento foi manual.

Data: 06/12

ANEXO-III - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PRODUÇÃO LÍQUIDA E BRUTA POR TIPO DE SOLO.

CLASSIF. DA PRODUÇÃO SE- GUNDO TAMANHO	SOLO	PRODUÇÃO BRUTA	PROD RELAT	REDUÇÃO NA PROD	SOLO	PRODUÇÃO LÍQUIDA	PROD RELAT	REDUÇÃO NA PROD.
		Kg/ha		%		Kg/ha		%
2 ^a	CSE	1.359 ab ‡	75%	25%	CSE	1.314 ab	73	27
	CME	1.666 b 14%	92%	8%	CME	1.660 b 14%	92	81
	LLE	1.091 a	60%	40%	LLE	1.091 a	61	39
	LNE	1.805 b	100%	-	LNE	1.801 b	100	-
1 ^a	CSE	7.420 a	64%	36%	CSE	6.829 a	60	40
	CME	6.924 a	60%	40%	CME	6.780 a	59	41
	LLE	8.691 a 23%	75%	25%	LLE	8.635 a 24%	75	25
	LNE	11.568 a	100%	-	LNE	11.449 a	100	-
ESPECIAL	CSE	12.916 ab	80%	20%	CSE	8.312 a	54	46
	CME	11.845 a	71%	29%	CME	9.290 a	60	40
	LLE	14.126 ab 12%	85%	15%	LLE	13.996 b 13%	90	10
	LNE	16.567 b	100%	-	LNE	15.528 b	100	-
TOTAL	CSE	21.695 ab	72%	38%	CSE	16.455 a	57	43
	CME	20.436 a	68%	32%	CME	17.730 a	62	38
	LLE	23.908 ab 13%	80%	20%	LLE	23.722 ab 14%	82	18
	LNE	29.940 b	100%	-	LNE	28.777 b	100	-

‡ CV = coeficiente de variação

a,b - médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes, são estatisticamente diferentes entre si a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

ANEXO-IV - POROSIDADE TOTAL, MACROPOROSIDADE, MICROPOROSIDADE E DENSIDADE DE SOLO DE 0 A 45 CM.

PROF. (CM)	SOLOS	PT(%)	MA(%)	MI(%)	DS(g/cc)	DP(g/cc)
						*
0-5	CSE	50 a	7,7 a	42,3 b	1,27 c	2,53
	CME	50 a	7,0 a	43,0 b	1,25 c	2,50
	LLE	66 b	28,7 b	37,3 a	0,86 a	2,45
	LNE	57 a	19,0 b	38,0 a	1,06 b	2,46
5-15	CSE	48,3 a	2,0 a	46,3 ab	1,32 b	2,57
	CME	49,0 a	4,0 a	45,0 ab	1,29 b	2,53
	LLE	54,0 b	7,0 a	47,3 b	1,13 a	2,49
	LNE	48,7 a	5,3 a	43,3 a	1,27 b	2,47
15-25	CSE	50,3 b	3,7 ab	46,7 b	1,29 b	2,59
	CME	44,7 a	1,3 a	43,3 a	1,40 c	2,53
	LLE	57,0 c	9,6 c	47,3 b	1,09 a	2,53
	LNE	50,3 b	5,0 b	45,3 ab	1,23 b	2,49
25-35	CSE	52,3 b	5,3 ab	47,0 a	1,24 b	2,60
	CME	47,0 a	2,0 a	45,0 a	1,36 c	2,56
	LLE	56,7 c	9,0 b	47,7 a	1,09 a	2,52
	LNE	53,3 b	7,3 ab	46,0 a	1,18 ab	2,52
35-45	CSE	52,7 b	8,7 b	44,0 a	1,24 bc	2,61
	CME	48 a	1,7 a	46,3 a	1,35 c	2,58
	LLE	57,0 c	11,3 b	45,7 a	1,09 a	2,52
	LNE	54,3 bc	9,7 b	44,7 a	1,14 ab	2,50

PT - porosidade total

MA - macroporosidade

MI - microporosidade

DS - densidade do solo

DP - densidade das partículas

a,b,c - médias seguidas de letra diferentes são estatisticamente diferentes a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

* não foram comparados estatisticamente pois foram usados apenas para calcular a porosidade total.

ANEXO-V - POROSIDADE DE AERAÇÃO PARA CADA TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE (DETERMINADA EM LABORATÓRIO).

PROF	TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO EM KPa		
	6	10	33
0-5	CSE - 7,7 ab	CSE - 11,4 a	CSE - 13,0 a
	CME - 7,0 a	CME - 9,2 a	CME - 10,6 a
	LLE - 28,7 c	LLE - 35,1 b	LLE - 37,9 b
	LNE - 19,1 bc	LNE - 22,5 ab	LNE - 24,4 ab
5-15	CSE - 2,0 a	CSE - 2,9 a	CSE - 4,0 a
	CME - 3,9 a	CME - 4,7 ab	CME - 6,1 a
	LLE - 6,8 a	LLE - 12,0 b	LLE - 14,2 b
	LNE - 5,2 a	LNE - 8,1 ab	LNE - 10,3 ab
15-25	CSE - 3,7 ab	CSE - 4,6 a	CSE - 5,9 ab
	CME - 1,5 a	CME - 1,9 a	CME - 2,6 a
	LLE - 9,5 c	LLE - 11,4 b	LLE - 13,2 c
	LNE - 5,2 b	LNE - 6,0 a	LNE - 7,6 b
25-35	CSE - 5,8 ab	CSE - 7,7 ab	CSE - 8,5 ab
	CME - 2,0 a	CME - 2,3 a	CME - 3,1 a
	LLE - 9,0 b	LLE - 13,0 b	LLE - 15,6 c
	LNE - 7,6 ab	LNE - 9,3 b	LNE - 11,0 bc
35-45	CSE - 8,4 b	CSE - 10,2 b	CSE - 11,3 b
	CME - 1,7 a	CME - 2,0 a	CME - 2,7 a
	LLE - 11,5 b	LLE - 15,4 b	LLE - 17,4 b
	LNE - 9,8 b	LNE - 12,4 b	LNE - 14,2 b

continua...

continuação

PROF	100	500	1500
0-5	CSE - 16,1 ab	CSE - 21,2 ab	CSE - 30,7 bc
	CME - 13,5 a	CME - 18,7 a	CME - 19,7 a
	LLE - 42,5 c	LLE - 45,8 c	LLE - 46,2 c
	LNE - 27,9 b	LNE - 31,7 b	LNE - 32,3 b
5-15	CSE - 6,2 a	CSE - 10,6 a	CSE - 11,4 a
	CME - 8,0 ab	CME - 13,1 a	CME - 14,1 a
	LLE - 18,0 c	LLE - 22,6 b	LLE - 23,4 b
	LNE - 14,4 bc	LNE - 17,7 ab	LNE - 18,3 ab
15-25	CSE - 8,1 ab	CSE - 12,3 ab	CSE - 13,2 ab
	CME - 4,3 a	CME - 8,1 a	CME - 8,5 a
	LLE - 15,9 c	LLE - 18,1 c	LLE - 18,8 c
	LNE - 10,8 b	LNE - 13,5 b	LNE - 13,9 bc
25-35	CSE - 11,2 ab	CSE - 15,1 ab	CSE - 16,2 b
	CME - 5,3 a	CME - 9,5 a	CME - 10,2 a
	LLE - 17,8 c	LLE - 20,3 b	LLE - 20,5 b
	LNE - 14,2 bc	LNE - 16,5 b	LNE - 16,8 b
35-45	CSE - 13,4 b	CSE - 17,2 b	CSE - 18,3 b
	CME - 4,6 a	CME - 8,4 a	CME - 9,1 a
	LLE - 19,9 c	LLE - 22,0 b	LLE - 22,0 b
	LNE - 16,8 bc	LNE - 18,8 b	LNE - 18,9 b

ns - diferença não significativa a nível de 5% de probabilidade.

a,b,c - médias seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

ANEXO-VI

RESISTENCIA A PENETRAÇÃO POR CLASSE DE
A. SOLO EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE EM KPa.

PROF. (CM)	SOLOS			
	CSE	CME	LLE	LNE
0-5	368,17	550,16	353,27	282,46
5-10	811,65	891,77	773,76	642,08
10-15	993,63	1.135,25	1.248,29	1.261,95
15-20	909,78	1.183,07	1.217,23	1.473,13
20-25	878,11	1.093,01	897,36	1.347,67
25-30	721,59	1.037,73	770,65	1.109,16
30-35	630,90	948,29	686,18	850,16
35-40	559,48	871,27	665,69	696,12
40-45	552,64	968,17	709,16	676,87
45-50	624,07	1.062,58	648,92	675,62
50-55	743,32	1.075,62	720,96	681,83
55-60	824,69	1.043,32	668,79	796,12

B. UNIDADE GRAVIMETRICA E VOLUMETRICA NAS PROFUNDIDADES ONDE FORAM DETERMINADAS A
RESISTENCIA A PENETRAÇÃO DOS SOLOS ESTUDADOS.

UNIDADE GRAVIMETRICA (g/g)					UNIDADE VOLUMETRICA (cm ³ /cm ³)				
SOLO	CSE	CME	LLE	LNE	CSE	CME	LLE	LNE	
PROF.									
0 - 5	20,46 a	21,49 a	20,34 a	21,24 a	25,00 b	26,87 b	17,50 a	22,51 a	
10	28,24 a	26,53 ab	23,72 a	24,82 ab	37,27 c	34,23 bc	26,80 a	31,52 ab	
15	29,98 a	28,70 a	28,81 a	27,71 a	39,57 b	37,13 ab	32,56 a	35,19 ab	
20	31,02 a	29,86 a	30,39 a	29,06 a	40,01 a	40,69 a	33,12 a	35,74 a	
25	32,54 a	29,95 a	33,00 a	29,32 a	41,98 a	41,93 a	36,84 a	36,07 a	
30	32,14 a	30,46 a	35,32 a	32,11 a	39,86 a	41,43 a	38,50 a	38,08 a	
35	31,89 a	30,58 a	37,00 a	32,79 a	39,54 a	41,58 a	40,34 a	38,70 a	
40	31,30 a	31,16 a	35,97 a	32,23 a	38,81 a	42,74 a	39,21 a	36,74 a	
45	30,04 a	33,01 a	36,12 a	31,91 a	37,25 a	44,56 a	39,37 a	36,38 a	

a, b, c - médias na mesma linha, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

ANEXO-VII - QUANTIDADE DE AGUA RETIDA NO SOLO EM PORCENTAGEM DE VOLUME EM
SEIS TENSÕES EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE.

PROF. (CM)	TENSÃO DE AGUA NO SOLO (KPa)		
	6	10	33
0-5	CSE - 42,3 bc	CSE - 38,6 b	CSE - 37,0 bc
	CME - 43,0 c	CME - 40,8 b	CME - 39,4 c
	LLE - 37,3 a	LLE - 30,9 a	LLE - 28,1 a
	LNE - 37,9 ab	LNE - 34,5 ab	LNE - 32,6 ab
5-15	CSE - 46,3 ab	CSE - 45,4 b	CSE - 44,3 c
	CME - 45,1 ab	CME - 44,3 b	CME - 42,9 bc
	LLE - 47,5 b	LLE - 42,4 ab	LLE - 40,2 ab
	LNE - 43,4 a	LNE - 40,5 a	LNE - 38,4 a
15-25	CSE - 46,6 bc	CSE - 45,7 a	CSE - 44,4 a
	CME - 43,2 a	CME - 42,7 a	CME - 42,0 a
	LLE - 47,5 c	LLE - 45,6 a	LLE - 43,8 a
	LNE - 45,1 ab	LNE - 44,3 a	LNE - 42,7 a
25-35	CSE - 46,5 a	CSE - 44,7 a	CSE - 43,5 a
	CME - 45,0 a	CME - 44,7 a	CME - 43,9 a
	LLE - 47,7 a	LLE - 43,1 a	LLE - 41,1 a
	LNE - 45,7 a	LNE - 44,0 a	LNE - 42,3 a
35-45	CSE - 44,2 a	CSE - 42,5 a	CSE - 41,4 a
	CME - 46,3 a	CME - 46,0 b	CME - 45,3 b
	LLE - 45,5 a	LLE - 41,6 a	LLE - 39,6 a
	LNE - 44,6 a	LNE - 42,0 a	LNE - 40,2 a

continua...

continuação

PROF. (CM).	TENSÃO DE AGUA NO SOLO (KPa)		
	100	500	1500
0-5	CSE - 33,9 bc	CSE - 28,2 bc	CSE - 27,3 bc
	CME - 36,5 c	CME - 31,3 c	CME - 30,3 c
	LLE - 23,5 a	LLE - 20,2 a	LLE - 19,8 a
	LNE - 29,1 b	LNE - 25,3 ab	LNE - 24,7 ab
5-15	CSE - 42,1 b	CSE - 37,7 b	CSE - 37,0 b
	CME - 41,0 b	CME - 35,9 b	CME - 34,9 b
	LLE - 36,3 a	LLE - 31,7 a	LLE - 30,9 a
	LNE - 34,3 a	LNE - 30,9 a	LNE - 30,4 a
15-25	CSE - 42,2 a	CSE - 38,0 a	CSE - 37,1 a
	CME - 40,4 a	CME - 36,6 a	CME - 36,2 a
	LLE - 41,1 a	LLE - 38,9 a	LLE - 38,2 a
	LNE - 39,5 a	LNE - 36,8 a	LNE - 36,5 a
25-35	CSE - 41,1 a	CSE - 37,2 a	CSE - 36,1 a
	CME - 41,7 a	CME - 37,5 a	CME - 36,8 a
	LLE - 38,9 a	LLE - 36,3 a	LLE - 36,2 a
	LNE - 39,2 a	LNE - 36,8 a	LNE - 36,6 a
35-45	CSE - 39,3 a	CSE - 35,4 a	CSE - 34,4 a
	CME - 43,4 b	CME - 39,6 b	CME - 38,9 b
	LLE - 37,1 a	LLE - 35,0 a	LLE - 35,0 a
	LNE - 37,5 a	LNE - 35,6 a	LNE - 35,4 a

a,b,c - média na mesma coluna seguidas por letras diferentes são diferentes estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de TUKEY.

ANEXO-VIII - QUANTIDADE DE AGUA FACILMENTE DISPO-
NIVEL E DISPONIVEL QUANDO A POROSIDA-
DE DE AERAÇÃO E \geq 10% EM FUNÇÃO DA
PROFUNDIDADE E TIPO DE SOLO.

PROF.	AGUA FACILMENTE DISPONIVEL 10 a 100 KPa	AGUA DISPONIVEL QDO A PORO- SIDADE DE AERAÇÃO E \geq 10%
0-5	CSE - 4,7 a *	CSE - 10,6 a ns
	CME - 4,4 a	CME - 8,6 a
	LLE - 7,4 b	LLE - 11,2 a
	LNE - 5,4 a	LNE - 9,9 a
5-15	CSE - 3,3 a *	CSE - 0,5 a *
	CME - 3,3 a	CME - 3,5 a
	LLE - 6,0 b	LLE - 11,4 b
	LNE - 6,2 b	LNE - 6,6 ab
15-25	CSE - 3,5 b *	CSE - 2,2 ab *
	CME - 2,3 a	CME - 0 a
	LLE - 4,5 bc	LLE - 6,8 b
	LNE - 4,8 c	LNE - 3,0 ab
25-35	CSE - 3,6 ab *	CSE - 5,8 b *
	CME - 3,0 a	CME - 0,1 a
	LLE - 4,3 ab	LLE - 6,9 b
	LNE - 4,9 b	LNE - 4,1 b
35-45	CSE - 3,2 a *	CSE - 6,7 b *
	CME - 2,6 a	CME - 0 a
	LLE - 4,5 b	LLE - 6,6 b
	LNE - 4,5 b	LNE - 6,5 b

ns = diferença estatística não significativa a ní-
vel de 5%

* = diferença estatística significativa a nível de
5%.

a,b,c = médios na mesma coluna seguidas da mesma letra
não diferem estatisticamente entre si a nível
de 5% pelo teste de TUKEY.

OBS: valores expressos em porcentagem de volume

ANEXO-IX - DATAS E VOLUMES DAS CHUVAS E DATAS DE COLETA DE AMOSTRAS PARA DETERMINAÇÃO DA UNIDADE GRAVIMÉTRICA DOS SOLOS.

MES	! DIA DE OCORRÊNCIA ! DE CHUVAS	!PREC! !POR ! P/DETERMINAÇÃO! !mm !METRICA DO SOLO!	! DIA DE COLETA ! 22(1a)	! PRECIPIT. ! ! MENSAL ! ! (mm) !	! Nº DE ! ! DIAS !	! Nº DE ! ! MESES !	! INTERVALO ENTRE ! ! 2 EVENTOS CONSE- ! ! CUTIVOS EM DIAS !	! Nº DE ! ! DIAS C/ ! ! CHUVA !	! Nº DE ! ! DIAS S/ ! ! CHUVA !
	15 (Plantio)	-							
AGO	23	1		75	16	0,5		2	14
	27	74					4		
	1	18							
	5	11					5		
	-	-	6(2a)						
	7	26					2		
	13	38					6		
	14	5		143	30	1	1	9	21
SET	15	-							
	21	7					7		
	28	-							
	23	19					2		
	24	4					1		
	-	-	25(3a)						
	30	15					6		
	2	4					2		
	6	22					4		
	9	8					3		
	10	22					1		
OUT	11	12	11(4a)	152	31	1	1	9	22
	13	10					2		
	15	41					2		
	17	26					2		
	20	7					3		
	-	-	25(5a)						
	1	3					12		
	2	19					1		
	4	18					2		
	8	43					4		
NOV	11	2					3		
	-	-	13(6a)	132	30	1		8	
	21	37					10		
	22	3					1		22
	25	7					3		
	-	-	29(7a)						
DEZ	6(colheita)	-	-	-	6				6
	28	502	7	502	113	3,5	x=3,46	28	85

502 / 3,5 meses = 143 mm/mês

502 / 113 dias = 4,44 mm/mês